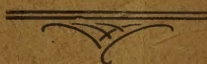


129
+c
7600

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

(Météorologie, Séismologie, Magnétisme terrestre, Océanographie, Volcanologie, Hydrologie)

Paraissant tous les deux mois



SOMMAIRE

Ciels de la France d'Outre-Mer.

Précipitations dans la zone intertropicale (suite et fin).

Mesures, en avion, de la radiation solaire à Djibouti.

La propagation des composantes météorologiques élémentaires en Indochine.

L'agitation microséismique au Morne-des-Cadets (Martinique).

Notes et informations.

Bibliographie.

PARIS V^e
LAROSE ÉDITEUR
11, RUE VICTOR-COUSIN

Prix du Numéro: 9 francs

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

LAROSE, Editeur,

11, RUE VICTOR-COUSIN, PARIS (Ve)

— Téléphone : ODÉON 32-70 —

Chèques postaux : Paris 428.81

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL

(6 numéros)

FRANCE ET COLONIES FRANÇAISES. 50 francs.

ETRANGER 60 francs.

Les abonnements sont payables d'avance à la souscription.

Chaque changement d'adresse
doit être accompagné de 1 franc en timbres-poste.

Prix des collections 1934, 1935 et 1936,
l'une. 60 francs.

Prix du N° isolé de ces collections. 12 francs.

Tous droits de reproduction réservés

Les *Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer* sont publiées sous les auspices du *Conseil de Perfectionnement des Services de Physique du Globe des Colonies*, et sous la direction de M. Henry HUBERT, Inspecteur Général du Service Météorologique Colonial.

Chaque numéro contient des mémoires originaux, une chronique des questions de Physique du Globe intéressant les Colonies françaises et une revue bibliographique.

Les *Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer* résument les recherches et observations faites par les météorologistes coloniaux et présentées dans les publications locales; elles abordent en outre soit des études spéciales n'ayant pu trouver place dans ces publications, soit — et cela de préférence — des travaux d'ensemble concernant des groupes ou la totalité de nos territoires extérieurs. Elles se proposent de faire ressortir la variété et la nouveauté des recherches de Physique du Globe entreprises dans nos possessions lointaines et de réaliser une présentation synthétique des questions, considérées dans le cadre très vaste de notre domaine colonial.

Les numéros de l'année 1937 sont publiés à l'aide d'une subvention de la Fondation Loutreuil (Académie des Sciences) et de subventions officielles.

J. AURICOSTE *O

HORLOGER DE LA MARINE DE L'ÉTAT :
DE L'OBSERVATOIRE DU BUREAU DES LONGITUDES
ET DU SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE

10, Rue La Boétie, PARIS

TÉLÉPH. : ANJOU 25-60



Etudes
Projets
et
Devis
gratuits
sur demande

Installation
de
Centres Horaires
—
Distribution
d'heure

HORLOGERIE DE HAUTE PRÉCISION

::: PENDULES ASTRONOMIQUES :::

::: CHRONOMÈTRES DE MARINE :::

CHRONOGRAPHES-COMPTEURS

::: HORLOGERIE ÉLECTRIQUE :::

Construction — Réparations

Les précipitations annuelles

dans les Territoires d'outre-mer de la zone intertropicale ⁽¹⁾

(Suite et Fin)

B) LES PARTICULARITÉS DES COURBES

Si maintenant, abandonnant l'examen global des courbes, on considère leurs variations dans le détail, on peut formuler à leur sujet un certain nombre de remarques (voir fig. pp. 138-147).

Toutes ces courbes sont des lignes brisées accusant alternativement des points bas et des points hauts, les uns et les autres étant distribués d'une façon irrégulière ; cependant, il est assez fréquent qu'on observe alternativement un point haut une année, un point bas l'année suivante et ainsi de suite. Mais il s'en faut qu'il en soit toujours ainsi. Parfois aussi les courbes s'abaissent — ou s'élèvent — pendant deux, trois, quatre, cinq années de suite, mais de telles séries apparaissent, en gros, d'autant plus rares que le nombre des années où le sens de la variation se poursuit est plus grand.

Au sujet de ces séries, il arrive aussi qu'à une montée — ou descente — de plusieurs années succède une descente — ou montée — également de plusieurs années. On observe de ce fait, lorsque les courbes sont suffisamment longues, qu'il y a certains points très hauts et certains points très bas. Les uns et les autres, au lieu d'être groupés, sont espacés et alternent dans le temps : entre deux points très hauts il s'écoule, par exemple, une durée de 8, 10, 12, 15... 20 ans, mais, pour une même localité, ces intervalles ne sont jamais rigoureusement égaux.

En somme, les premières observations faites sur les courbes montrent des alternances, des fluctuations, mais celles-ci sont trop irrégulières pour qu'on puisse conclure à une périodicité simple, comme par exemple celle qu'on croyait autrefois correspondre à la répétition tous les 7 ans, d'inondations anormales dans le bas Dahomey (2).

On peut alors se poser la question de savoir si les alternances des courbes ne traduisent pas une périodicité complexe, que l'analyse mathématique parviendrait à mettre en évidence. Il faut naturellement attendre qu'une étude assez poussée de la question

ait été faite pour se prononcer à ce sujet ; il est à craindre que les trop courtes séries utilisables jusqu'à présent ne permettent pas de donner dès maintenant une réponse définitive.

Il est d'ailleurs possible qu'on n'arrive point à mettre en évidence une périodicité vraie, au sens mathématique du mot, mais seulement ce que j'appellerai ici une *quasi-périodicité*, qu'il serait tout de même utile de connaître puisqu'elle permettrait sinon de faire des prévisions, du moins d'aboutir à des conjectures.

Il semble, à l'heure actuelle, exister une certaine divergence de vues entre les auteurs au sujet de la périodicité possible de phénomènes météorologiques. Peut-être y a-t-il surtout différence d'interprétation du mot périodicité. Pour les uns, celle-ci comporte une répétition rigoureuse de faits, ou de positions d'objets dans l'espace. Pour les autres, il y a seulement répétition de ces faits — ou de ces positions — à des intervalles pas très différents et dans des conditions pas très différentes : c'est le sens que je donne à l'expression *quasi-périodicité*. Pour prendre des exemples concrets, la rotation du soleil sur son axe est un phénomène périodique, au sens mathématique du mot, tandis que tout ce qui se rattache aux taches solaires est du domaine de la *quasi-périodicité*. Non seulement la période undécennale, qui caractérise l'évolution de celles-ci, n'est pas rigoureusement constante, mais encore la position et la surface des taches, à des époques aussi comparables que possible, présentent parfois des différences très notables. Néanmoins, il est possible d'envelopper l'ensemble des alternances des taches solaires dans des successions de durée assez voisine en même temps qu'on observe une certaine régularité dans l'augmentation ou dans la diminution de la surface des taches : c'est cela qui, à mon sens, caractérise la *quasi-périodicité*.

Un autre exemple de périodicité mathématique est encore le déplacement apparent du soleil dans le plan de l'écliptique. Un bon exemple de *quasi-périodicité* en relation avec ce mouvement apparent est le dépla-

(1) Voir le Numéro 22.

(2) H. HUBERT, *Mission scientifique au Dahomey*, p. 189.

cement de la zone maximale des précipitations dans les régions tropicales. Dans certaines de celles-ci, ce mouvement est relativement simple ; dans d'autres régions, au contraire, il est beaucoup plus complexe, en raison des nombreux éléments qui interfèrent. Et l'on peut voir, par exemple, sur le même parallèle, des régions assez voisines les unes des autres où les quantités de pluies présentent des différences énormes, ou encore des régions voisines les unes des autres où les saisons des pluies présentent des différences de phase. Dans les cas les plus simples de quasi-périodicité du déplacement apparent de la zone maximale des précipitations, il est bien évident que les saisons des pluies ne sont pas rigoureusement synchrones du mouvement apparent du soleil. On constate simplement que les jours soit du début, soit de la fin de l'hivernage se groupent dans une portion très courte du calendrier. C'est notamment ce qui se produit dans les régions soudanaises.

Dans les cas les plus compliqués — et ils peuvent l'être à l'extrême — aux quasi-périodes de précipitations en liaison avec le déplacement apparent du soleil viennent s'ajouter des successions plus ou moins longues de jours de pluie, en relation avec des invasions d'air chaud ou d'air froid, mais sans liaisons directes avec la déclinaison du soleil. C'est ce qui se produit notamment en Nouvelle-Calédonie.

**

Il n'est pas interdit de penser que la ou les quasi-périodicités que peuvent présenter certains phénomènes météorologiques sont *pratiquement* justiciables de l'analyse mathématique, celle-ci s'appliquant au moins à des séries limitées et ayant alors simplement pour but soit de mettre en évidence des quasi-périodes en phase ou même plus ou moins déphasées par rapport à certaines variations régulières, soit de faciliter l'interprétation des causes intervenant pour déterminer certaines de ces quasi-périodes.

Il peut d'ailleurs se faire que deux types de variations observées n'aient pas de relation de cause à effet, mais s'ils sont affectés, l'un et l'autre, d'une quasi-périodicité comparable, les observations concernant l'un de ces types peuvent alors servir à mieux connaître ou à mieux interpréter l'autre. Considérée sous cet angle, la recherche de la périodicité — ou, mieux, de la quasi-périodicité — peut être d'un secours notable en météorologie, surtout pour les régions tropicales, où certains phénomènes paraissent comporter plus de régularité que dans les pays tempérés.

Il reste bien entendu que l'interprétation de toute quasi-périodicité demandera une circonspection d'au-

tant plus grande que certaines des alternances résultant du calcul ne traduisent aucun caractère physique. C'est, au contraire, à mettre en évidence certains phénomènes réels, assez difficilement observables, que la découverte d'une quasi-périodicité doit servir : et c'est pour parvenir à de tels résultats que les météorologistes coloniaux peuvent être conduits à mettre à profit la méthode d'analyse très fructueuse que M. et M^{me} Labrouste ont si heureusement mise au point (1).

En ce qui concerne plus spécialement la quasi-périodicité — hypothétique encore pour le moment — que pourraient présenter les variations dans le temps des hauteurs de pluies tropicales annuelles, il faut compter qu'elle sera forcément très complexe, en raison de l'influence considérable du facteur géographique. Supposons, par exemple, qu'il y ait une relation entre l'augmentation de la surface occupée par les taches solaires et la chaleur reçue par le globe terrestre. Il pourra en résulter, en certains points de la zone tropicale, où la nébulosité est faible, une augmentation de température. Celle-ci pourra déterminer une évaporation qui pourra être intense au-dessus des masses d'eau, et seulement médiocre dans les parties continentales. Au voisinage des lieux d'évaporation intense, les conditions seront en général plus favorables pour qu'il y ait des précipitations abondantes, mais il pourra aussi n'y avoir qu'augmentation de la nébulosité. Dans ce dernier cas les nuages transportés donneront lieu, à une certaine distance du point où ils se sont formés, soit à des précipitations, soit à une simple diminution de la température.

Comme, par surcroît, les conditions indiquées ci-dessus peuvent se reproduire, à la fois ou alternativement, et pour un nombre plus ou moins grand de régions tropicales, il en résulte que des phénomènes ayant à l'origine une quasi-périodicité relativement simple sont susceptibles de déclencher des variations de pluies annuelles d'allure chaotique. Mais, là encore, il n'est pas interdit de penser que l'analyse mathématique pourra permettre de dégager certaines causes, demeurées obscures, et c'est considérée sous cet angle notamment qu'elle peut rendre des services importants.

(1) Voir notamment : LABROUSTE (M. et M^{me}), Comparaison de la méthode des moyennes avec celle des combinaisons linéaires dans l'étude des variations diurnes, *Ann. Phys. du Gl. de la France d'outre-mer*, 1935, N° 12, p. 188 ; Série de Fourier et Combinaisons linéaires d'ordonnées. Rappel de quelques formules, *Ann. Phys. du Globe de la France d'outre-mer*, 1937, N° 20, p. 35.

L'impossibilité de mettre en évidence, par le seul examen des courbes des pluies des territoires d'outre-mer, l'existence d'une périodicité simple laissait *a priori* peu d'espoir pour voir se réaliser la « loi de symétrie » si séduisante, formulée antérieurement par M. Coutagne (1). Néanmoins, un essai a été tenté. On en trouvera ci-dessous les résultats.

On rappellera d'abord qu'après avoir étudié l'allure de certaines courbes de précipitations, de débits, etc., M. Coutagne a présenté la remarque suivante :

« ...Si toutes les ondes partielles [de périodicité différente dont la loi de succession des phénomènes météorologiques est la résultante] passent au même moment par un maximum ou un minimum, la courbe des grandeurs observées présentera un axe de symétrie. Si elles se coupent en un même point de l'axe de symétrie horizontale de la composante générale, cette composante présentera un point de symétrie. »

A l'appui de cette hypothèse, M. Coutagne a montré que, pour le bassin du Bès en particulier et pour une période de l'ordre de 15 ans, la courbe des précipitations présentait par rapport à un point une symétrie très nette.

Le petit nombre de longues séries d'observations coloniales laisse peu d'espoir de pouvoir décider maintenant si la « loi de symétrie » peut s'appliquer aux pluies tropicales. On peut aussi avoir une autre préoccupation, à savoir que si l'on trouve assez aisément un point de symétrie dans les séries peu étendues de chiffres dont on dispose, il devient peu probable que celui-ci soit unique et que sa découverte soit due à un hasard exceptionnel. Il est plus logique de penser que, dans une période quelconque de même durée, il y aura toujours un point de symétrie.

Mais alors cela montre que pour une période d'un demi-siècle, par exemple, il doit y avoir au moins 2 points de symétrie, et par suite, un très grand nombre de ces points au cours des âges. Et l'on reviendrait ainsi à une loi de périodicité mathématique, qu'implique d'ailleurs *a priori* la loi de symétrie, et qui, d'après ce qui a été dit plus haut, paraît peu certaine.

Il semble plus probable que si, comme il ressort de l'intéressant travail de M. Coutagne, des points de symétrie peuvent être mis en évidence, cela ne se produit que pour des périodes peu étendues : il ne s'agirait en somme que d'une *quasi-symétrie*, de même que, dans les pages précé-

dentes, il n'a été question que de quasi-périodicité.

Sur les graphiques, les alternances — d'années pluvieuses ou sèches — étant d'autant moins fréquentes que les périodes croissantes ou décroissantes sont plus longues, il en résulte que les combinaisons possibles de lignes sont en somme très limitées. On comprend fort bien, dans ces conditions, que des parties de courbes, parfois étendues, présentent une symétrie remarquable par rapport à un point. Mais, en ce qui concerne les précipitations dans les territoires d'outre-mer, tout au moins, l'importance exceptionnelle des chiffres des pluies de certaines années montre l'impossibilité de réaliser une symétrie absolue. En effet, ces années accusent des chiffres supérieurs de plus du double de ceux des années normales. Or, comme dans le dessin symétrique, la partie de la courbe relative à ces années se place nécessairement sur la même horizontale que le dessin direct, les années exceptionnelles devraient avoir comme symétriques des années où la pluie est inférieure à 0, ce qui est évidemment absurde.

Les essais de symétrie effectués relativement aux courbes des pluies annuelles pour les territoires d'outre-mer ont abouti aux résultats suivants :

1^o Afrique Occidentale Française :

Pour Dakar, on trouve un point de quasi-symétrie en 1911 ; on en trouve un meilleur en 1916.

Pour Saint-Louis et pour Niamey, les essais effectués ont donné des résultats négatifs.

2^o Madagascar :

Pour Tananarive, on peut mettre en évidence un point de quasi-symétrie assez vague en 1912.

Tuléar et Mananjary donnent des résultats négatifs.

3^o Martinique :

Pour Fort-de-France, un point de quasi-symétrie, peu net, apparaît en 1912. Les essais sont négatifs pour le Morne-des-Cadets.

4^o Indochine :

On trouve des points de quasi-symétrie pour les localités suivantes :

Stung-Treng : année 1920.

Sadec : année 1922.

Soc-Trang : année 1915.

Quang-Ngai : année 1917.

Ha-Tien : un point de quasi-symétrie correspondant à l'année 1922, mais ne valant que pour la période 1910-1932.

(1). A. COUTAGNE : Y a-t-il une loi de succession des années sèches et des années pluvieuses ? *Rev. Gén. de l'Hydraulique*. 1935, N^o 1, p. 25.

Pour toutes les autres localités (Saïgon, Pnom-Penh, Hué, Tan-An, Tay-Ninh, Than-Hoa, Vientiane, Kompong-Thom, Chau-Doc, Kompong-Khhléang, etc.), les résultats ont été négatifs.

5° Réunion :

Résultats négatifs.

6° Etablissements de l'Océanie :

Résultats négatifs.

En résumé, on peut noter que dans la majorité des cas, la symétrie ou la pseudo-symétrie n'a pas été mise en évidence, ce qui peut être dû à un nombre insuffisant d'années d'observations, mais paraît plutôt indiquer que la symétrie n'existe pas pour les stations considérées. Pour les quelques cas où l'on a obtenu des résultats positifs, ceux-ci sont assez médiocres, en ce sens que la symétrie ne paraît pas s'étendre très loin de part et d'autre d'un centre. Par contre, on notera, comme curiosité du moins, le point de symétrie de 1912 (ou 1911) pour Dakar, Fort-de-France et Tananarive. Il serait prématuré d'en conclure toutefois que la symétrie est susceptible d'avoir un caractère universel. En effet, elle ne se manifeste nullement pour les localités intermédiaires.

En dehors de la symétrie autour d'un point, telle qu'elle est envisagée par M. Coutagne, on peut aussi considérer la symétrie par rapport à une ordonnée, chacun des points de la courbe ayant alors son symétrique à la même distance de l'horizontale o . Ce genre de symétrie, essayé pour les différentes stations d'outre-mer, ne donne des résultats que pour Dakar, l'ordonnée constituant un axe de symétrie correspondant à l'année 1912.

On pouvait penser encore qu'en apportant aux courbes des pluies des simplifications systématiques on arriverait à leur donner des formes susceptibles de révéler une quasi-symétrie n'apparaissant pas sur les dessins originaux. Une seule simplification de ce genre a été tentée en remplaçant la valeur de chaque point par la moyenne des précipitations de l'année considérée et des deux années contiguës. Ce procédé n'a pas donné de résultats satisfaisants.

Ainsi, jusqu'à plus ample informé, il apparaît que si les alternances de points hauts et de points bas des courbes des pluies des territoires d'outre-mer peuvent dans certains cas, donner des apparences de symétrie, celles-ci ne se manifestent qu'assez rarement et pour des périodes assez courtes. Il y a là un sujet évidemment intéressant à approfondir,

mais sur lequel il ne semble pas qu'on puisse, pour le moment, fonder de grandes espérances relativement à la prévision des pluies à longue échéance.

Influence de certains caractères géographiques

Parmi les éléments géographiques jouant un rôle prépondérant quant à la répartition des précipitations annuelles, en surface et dans le temps, figurent, notamment dans les régions tropicales : les masses d'eau et les masses continentales, l'orientation des côtes, le relief et la situation en latitude.

Il conviendra par conséquent d'examiner d'une façon particulière l'influence de ces différents éléments lorsqu'on se proposera d'interpréter les variations des précipitations annuelles.

On rappellera ici, en quelques mots, l'action générale de ces éléments.

L'influence des masses d'eau porte notamment sur l'évaporation, celle des masses continentales sur le développement des courants ascendants.

La double influence des masses océaniques et des masses continentales se fait notamment sentir le long des lignes de rivage, aussi est-ce souvent au voisinage de celles-ci que s'observent les plus fortes précipitations. Toutefois, pour que celles-ci se produisent, il faut la conjugaison d'autres éléments favorables. Le plus important de ceux-ci est l'orientation de la côte par rapport au vent marin.

Lorsque le rivage reçoit ce vent (mousson ou alizé) de plein fouet, celui-ci, chargé d'humidité, se cabre souvent verticalement en passant sur la zone littorale. La côte reçoit alors des précipitations intenses : Guinée Portugaise à Libéria, Cameroun, Cambodge occidental, Annam à la hauteur de Hué, Guyane. Au contraire, si le rivage est défilé par rapport au vent marin, celui-ci s'élève lentement et les précipitations sont alors faibles ou rares (mousson au Togo, alizé en Mauritanie) (1).

L'exemple le plus curieux est celui de la côte Est de Madagascar. Les précipitations les plus fortes de l'année s'y observent à la hauteur de Sainte-Marie, là où l'alizé est pratiquement perpendiculaire à la côte. De part et d'autre de cette zone des précipitations maximales, le vent devient de plus en plus oblique par rapport à la côte, et l'on constate en

(1) Pour la Mauritanie, ceci est dû aussi au réchauffement de l'alizé par-dessous (sol), et par-dessus (harmattan), au fur et à mesure de sa progression.

même temps que les précipitations décroissent progressivement (1).

Pour la partie occidentale de la Grande Ile, on observe une autre particularité intéressante, à savoir que l'isohyète de 1500 mm. dessine une avancée envahissant le bassin de la Betsiboka. Ainsi qu'il a été dit dans le numéro précédent (voir p. 98), cette avancée traduit l'influence de la mousson du Nord-Ouest, qui se développe largement dans l'intérieur de la Grande Ile, fait que mettent nettement en évidence les cartes des précipitations mensuelles de la période novembre-mars (2).

Dans les régions tropicales — plus encore peut-être que dans les régions tempérées — l'influence du relief sur la distribution des pluies est considérable. Même dans les zones du centre africain les plus pauvres en précipitations, la présence de massifs montagneux suffit pour déclencher des précipitations (Tibesti, Hoggar). A plus forte raison, lorsqu'il s'agit de pays dont l'état hygrométrique est élevé, les précipitations sont, normalement, beaucoup plus abondantes là où le relief est important.

Cependant l'influence de celui-ci n'est pas uniforme. Ainsi, lorsqu'on a affaire à des îles montagneuses de petites dimensions largement balayées des courants réguliers répartissant la vapeur d'eau en quantité notable à diverses altitudes, la carte des isohyètes traduit, en quelque sorte, celle des courbes de niveau. On peut dire que les pluies *augmentent en gros avec l'altitude*. C'est le cas par exemple pour la Martinique, dont on trouvera une carte des pluies jointe au présent article (voir page 137).

Par contre, lorsqu'on a affaire à des îles montagneuses de grandes dimensions, comme c'est le cas pour Madagascar (voir carte, p. 119, n° 22), on retombe dans le cas de certaines masses continentales bordées de chaînes côtières (Fouta-Djalon, etc.). Le côté du vent, où l'air est obligé de monter, reçoit de très fortes précipitations, et celles-ci *décroissent avec l'altitude*, contrairement à ce qui se passe pour les îles montagneuses peu étendues. Cette décroissance résulte du fait que, là encore, l'air nouveau se cabre dès son arrivée au littoral, pour passer au-dessus du matelas d'air ancien situé entre la mer

et la montagne, et que celle-ci retient en quelque sorte captif. Dans ce cas, on le voit, l'influence du relief est indirecte.

Du côté sous le vent, les choses se passent très différemment, parce que l'effet de foehn vient accentuer la diminution des précipitations, déjà provoquée par l'appauvrissement de l'air en vapeur d'eau.

Mais l'influence des montagnes n'est jamais simple, parce que ce ne sont pas des murs de forme géométrique et géométriquement disposés. Il y a des vallées plus ou moins profondes, présentant toutes les orientations, et où l'insolation et la circulation de l'air, toujours irrégulières, amènent une répartition extrêmement complexe de la vapeur d'eau. Il y a aussi des cols, qui permettent dans certaines zones des passages d'air particulièrement faciles, ce qui vient compliquer encore la situation générale.

Enfin, dans la répartition des précipitations des régions tropicales, il faut faire une place particulière à la latitude.

A moins de conditions géographiques particulièrement favorables, la hauteur des pluies annuelles diminue rapidement à partir d'une certaine latitude. Cette diminution est d'autant plus rapide que les vents susceptibles d'apporter les précipitations ont plus de difficultés à passer (mousson au Rio de Oro méridional ou en Mauritanie septentrionale), ou encore qu'ils ont eu à franchir une plus grande longueur de continent et se sont, de ce fait, plus ou moins asséchés en cours de route (S.W. de Madagascar, Côte des Somalis, Sahara).

La diminution des précipitations peut être telle que dans certaines régions, même au voisinage du littoral, Port-Etienne par exemple, on n'enregistre plus de pluies régulières, c'est-à-dire que pendant des périodes pouvant excéder une année, il n'y a pas de précipitations mesurables (1).

Il est bien évident que, dans de telles régions, et dans toutes celles où les pluies annuelles sont faibles, les différences de hauteur d'eau reçues d'une année à l'autre sont parfois considérables. Par conséquent, ces régions sont celles où les règles de périodicité ou de quasi-périodicité risquent le moins de s'appliquer.

Henry HUBERT.

(1) Ceci n'implique pas toutefois que la direction du vent soit le seul élément à considérer dans la répartition des précipitations.

(2) H. HUBERT. — Les courbes mensuelles des pluies à Madagascar, *C. R. Ac. Sc.*, 1929, t. 188, p. 1002.

(1) Je signale en passant que, pour les régions sahariennes, le tracé de l'isohyète zéro est assez facile à déterminer, dès qu'on peut faire des observations. En effet, la distance séparant les points recevant des pluies régulières de ceux qui n'en reçoivent pas est, en général, assez faible (Arguin à Port-Etienne).

Mesures, en avion, de la radiation solaire à Djibouti

Mesures en avion

Dans un article paru dans les *Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-mer* (N° 12-janvier 1935, pages 16 et suivantes), nous avons exposé les avantages qu'il y a à mesurer, en altitude, l'intensité du rayonnement solaire. Ce procédé permettait, disions-nous, d'éliminer les poussières, de calculer l'influence de la tension de la vapeur d'eau par des mesures simultanées au sol et en altitude sur la même verticale et d'opérer rapidement, en choisissant une heure où la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon ne varie que d'un angle très faible, la couche d'air traversée restant pratiquement la même pour toutes les expériences.

Les résultats obtenus concernaient tous la radiation globale. Nous avons pensé qu'il serait intéressant d'utiliser cette méthode à Djibouti (Côte française des Somalis), non seulement pour la mesure de la radiation directe, mais également pour les mesures de la radiation filtrée, afin d'étudier la sélectivité de l'atmosphère sur les différentes plages de longueur d'onde du spectre solaire.

En raison de leur encombrement, les instruments que nous avons utilisés à Bangui ne permettaient pas ces mesures, mais comme l'emploi de cellules thermo-électriques avait donné de bons résultats, nous nous sommes servi pour nos nouvelles recherches d'une cellule plus petite: une pile de Moll-Gorczynsky N° 34, construite par la maison Richard de Paris. Cette pile, de 50 mm. de diamètre, abritée sous un verre hémisphérique de transparence totale, est munie d'une monture à diaphragme et à volet et d'un analyseur à trois filtres, en verre rouge d'Iéna, en verre noir au marbre et en verre bleu.

Un galvanomètre à cadre, très sensible, indiquait l'intensité du rayonnement.

DISPOSITION DES APPAREILS

Le galvanomètre était fixé sur une feuille de caoutchouc clouée sur une planchette. Cette planchette reposait sur les genoux de l'observateur lesquels constituaient un excellent amortisseur des vibrations, d'ailleurs à peu près insignifiantes, de la carlingue. Un niveau à bulle d'air permettait de vérifier l'horizontalité de l'installation.

En cours de vol, le pilote orientait l'avion de telle

sorte qu'au moment des mesures (de 1.000 m. en 1.000 m.) le soleil se trouvât toujours à gauche de l'observateur. Celui-ci tenait la cellule dans sa main gauche et il lui était facile, au moyen d'un viseur à trou, de la diriger très exactement sur le soleil.

Les mesures portaient successivement sur la radiation directe, sur la radiation filtrée par les filtres rouge, noir, bleu, noir, rouge, puis de nouveau sur la radiation directe.

alors L'ensemble de ces opérations demandait environ une minute.

Les écarts trouvés pour une même catégorie de mesure étant insignifiants, nous en avons conclu que la précision est égale à la précision des mesures faites, au sol, avec le même appareil.

calibration of the cells ETALONNAGE DE LA CELLULE

La cellule (N° 34) a été étalonnée à l'Observatoire du Parc St-Maur par comparaison avec un pyréliomètre à disque d'argent. L'intensité de la radiation est donnée par la formule: $I = 0,0171 \Delta$ avec une erreur maximum de $\pm 1\%$, I étant l'intensité de la radiation solaire (en calories grammes par cm. 2 et par minute) exprimée par l'échelle de la Smithsonian Institute révisée en 1913, et Δ étant la différence des mesures faites au galvanomètre, volet ouvert et volet fermé.

Au sol fonctionnait simultanément un pyréliomètre enregistreur qui mesurait, à intervalles réguliers d'une minute, l'intensité de la radiation directe. Cet appareil muni d'une pile de Moll-Gorczynsky N° 84 avait été également étalonné au Parc St-Maur. L'intensité de la radiation, enregistrée par un galvanomètre, était donnée par la formule: $I = C \alpha$

C constante égale à 0,240.

α ordonnée en millivolts corrigée d'après la position du 0°.

L'erreur maximum était inférieure à 0,5 %.

Enfin, les deux piles N° 34 et 84 avaient été contrôlées, avant et après les expériences, par comparaison avec une cellule N° 72, de Delft, montée dans un tube à verre sphérocyindrique qui concentre les rayons sur une ligne correspondant exactement aux soudures actives, d'où une augmentation notable

des déviations du galvanomètre et une grande rapidité de mise en équilibre.

Ces mesures comparatives n'ont donné lieu à aucune correction.

CARACTÉRISTIQUES DES FILTRES

FILTRE ROUGE R G 2 série E M S N° 500. Epaisseur: 1 mm. 5

Longueur d'onde ($\mu\mu$).....	600	640	650	700	800	1.500	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800
Transmission (%)	0,00	0,10	0,90	0,98	0,98	0,98	0,98	0,96	0,90	0,80	0,60

Les caractéristiques de ce filtre sont excellentes, la transmisibilité commence vers 640 $\mu\mu$, augmente ensuite très rapidement, atteint 98 % vers 700 $\mu\mu$ et conserve cette valeur jusqu'à 2.200 $\mu\mu$; elle diminue ensuite assez lentement. Elle contient les longueurs d'ondes correspondant aux quatre bandes d'absorption par la vapeur d'eau qui existent dans la partie infrarouge du spectre solaire: 943 $\mu\mu$, 1.113 $\mu\mu$, 1.470 $\mu\mu$ et 1.840 $\mu\mu$. L'énergie des longueurs d'ondes supérieures à 2.000 $\mu\mu$ est faible et la diminution de la transmissibilité dans cette

plage ne joue pas un grand rôle. Il faut remarquer que le filtre R.G. 2 laisse passer quelques rayons visibles (de 645 $\mu\mu$ à 720 $\mu\mu$) mais la fraction d'énergie correspondant à ces rayons ne dépasse 4 % de l'énergie totale transmise par le filtre: on peut donc considérer que celui-ci ne donne que l'intensité de la partie infrarouge du spectre. On pourra, d'ailleurs, comparer les résultats obtenus avec les filtres R.G. 2 et R.G. 7 (verre noir au marbre). Voici les caractéristiques de ce dernier:

FILTRE ROUGE R G 7 série E M S N° 500. Epaisseur: 1 mm. 5

Longueur d'onde ($\mu\mu$)..	700	800	900	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600
Transmission (%)	0,00	0,08	0,38	0,70	0,78	0,94	0,96	0,99	0,99	0,99	0,99	0,95

La courbe limite de transmission de ce filtre a une pente beaucoup moins accentuée que celle du filtre R.G. 2.

FILTRE BLEU B G 7 série E M S N° 500. Epaisseur: 1 mm. 5

Longueur d'onde ($\mu\mu$)	325	350	375	400	450	475	500	550	600	650	700	800
Transmission (%)	0,00	0,15	0,30	0,50	0,78	0,80	0,75	0,46	0,12	0,02	0,00	0,00
Longueur d'onde ($\mu\mu$)....	1.000	1.100	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	
Transmission (%)	0,00	0,00	0,10	0,20	0,32	0,45	0,58	0,70	0,76	0,78	0,76	

On constate que ce filtre, qui laisse passer une faible quantité d'énergie dans la zone ultraviolette et un pourcentage plus important dans la zone visible, est opaque pour une large bande de l'infrarouge. Ses caractéristiques ne permettent pas de mesures précises et nous ne les donnons qu'à titre indicatif.

des mesures de comparaison, nous négligerons provisoirement ces corrections, quitte à les reprendre plus tard pour établir des valeurs absolues. A titre indicatif, pour le filtre R.G. 2, ces pertes varient autour de 13 %.

RÉSULTATS

Les résultats de nos mesures sont consignés dans le tableau ci-dessous et les courbes de la page 147.

NOTA. — Il y aurait lieu de tenir compte des pertes par réflexions sur les surfaces avant et arrière de ces trois filtres, mais nos mesures n'étant que

Ils sont donnés pour une masse atmosphérique d'une unité ($\epsilon = 1$.)

Altitudes	Température de l'air	Tension de la vapeur d'eau en mm.	Radiation directe cal./gr./cm ² /min./	Radiation filtrée RG2 cal./gr./cm ² /min./	Radiation filtrée RG7 cal./gr./cm ² /min./	Radiation filtrée BG2 cal./gr./cm ² /min./
01 (0)	42°2	25,4	1,21	0,62	0,22	0,10
1.000 m.	34°7	15,9	1,34	0,65	0,24	0,11
2.000 m.	26°8	12,6	1,43	0,72	0,31	0,15
3.000 m.	17°5	8,7	1,54	0,79	0,35	0,15
4.000 m.	9°7	5,2	1,62	0,85	0,39	0,19
5.000 m.	3°3	3,4	1,66	0,89	0,42	0,21
5.500 m.	0°5	2,9	1,70	0,93	0,44	0,22

Altitude	Radiation directe	Absorption de la Radiation directe	Radiation filtrée RG2 Radiation directe	Radiation filtrée RG2	Radiation filtrée RG7 Constante solaire
	Constante solaire			Constante solaire	
1 (0)	0,62	38 %	0,50	0,31	0,18
1.000 m.	0,68	31 %	0,49	0,33	0,18
2.000 m.	0,74	26 %	0,50	0,37	0,22
3.000 m.	0,80	20 %	0,52	0,40	0,23
4.000 m.	0,83	17 %	0,53	0,43	0,24
5.000 m.	0,85	15 %	0,54	0,46	0,25
5.500 m.	0,87	13 %	0,56	0,47	0,26

Examen des résultats. — Les résultats, exposés dans les tableaux et les courbes précédents, montrent les variations du rayonnement solaire avec l'altitude: la radiation directe passe de 1 calorie 21 au sol à 1 calorie 70 à 5.500 mètres.

La valeur moyenne de la constante solaire (valeur de la radiation solaire à la limite de l'atmosphère) étant de 1 calorie 94, l'absorption varie de 38 % au sol à 13 % à 5.500 mètres.

A 4.420 mètres, au mont Whitney, Abbot avait trouvé 1 calorie 73 et en ballon libre, à 7.000 mètres Peppler, avait trouvé 1 calorie 76, l'absorption à ces altitudes n'atteignait plus que 11 % et 9 %.

En examinant la courbe représentative des valeurs de la radiation solaire aux différentes altitudes, on constate que l'absorption diminue rapidement jusque vers 4.000 mètres et ensuite beaucoup plus lentement; en effet la vapeur d'eau est beaucoup plus abondante dans les couches basses de l'atmosphère que dans les couches élevées. A. Angström a montré que les constituants de l'atmosphère qui émettent la plus grande partie de son rayonnement thermique sont, dans la troposphère, la vapeur d'eau et le gaz carbonique et que l'intensité de la radiation atmosphérique diminue quand la teneur de l'atmosphère en vapeur d'eau décroît, cette diminution étant d'autant plus rapide que la proportion de vapeur d'eau est plus faible, l'influence étant particulièrement marquée jusque vers 4.500 mètres.

L'absorption s'exerce surtout sur les grandes longueurs d'ondes (infrarouge). En effet le rapport $R_1 = \frac{\text{Radiation infrarouge R.G. 2}}{\text{Constante solaire}}$ passe de 0,31 au sol à 0,47 à 5.500 mètres. Cette variation se produit principalement entre le sol et 4.000 mètres (0,31 au sol, 0,43 à 4000 mètres). Si nous considérons les valeurs trouvées au moyen du filtre R. G. 7 qui ne laisse passer que des longueurs d'onde encore plus grandes, nous constatons

que dans les mêmes limites d'altitude, le rapport $R_2 = \frac{\text{Radiation filtrée R.G. 7}}{\text{Constante solaire}}$ varie de 0,18 au sol à 0,24 à 4.000 mètres et 0,26 à 5.500 mètres.

Kalitine a également montré que le rapport de la radiation infrarouge à la radiation solaire totale augmentait avec l'altitude et que cette variation était principalement due à l'influence de la vapeur d'eau. (*La Météorologie*, février 1936, p. 51).

CONCLUSIONS

Les quelques résultats que nous venons d'exposer, confirment l'intérêt de la méthode. Nous nous proposons, d'ailleurs, de poursuivre nos recherches en utilisant des filtres permettant, par différences, l'étude d'étroites régions du spectre, filtres du type Schott R.G. 8, R.G. 1, G.G. 11 employés par M. M. Aitoff (*Annales de l'Institut de Physique du Globe*, tome 13, page 92) et filtres à liquides colorés de M. Lloyd Jones.

Nous nous proposons également de remplacer la pile thermoélectrique par une cellule au cadmium, munie de filtres appropriés, pour les mesures de l'ultraviolet dont l'intensité, dans le spectre solaire, varie beaucoup suivant l'épaisseur et la transparence de l'atmosphère (W.W. Coblentz; *Journal of research of the National Bureau of standards-Washington-1931 RP 370-1934 RP 647-1935 p. 123-150-1936 RP 858*).

Il nous sera possible de faire nos mesures pour presque toutes les hauteurs du soleil, la rapidité de descente de l'avion permettant le passage d'une altitude atteinte en cours de vol à une altitude inférieure dans de très courtes limites de temps.

Djibouti mai 1936-avril 1937.

LOUIS LAPAYRE,

Ingénieur-météorologiste des Colonies.

MARTINIQUE**RÉGIME PLUVIOMÉTRIQUE**

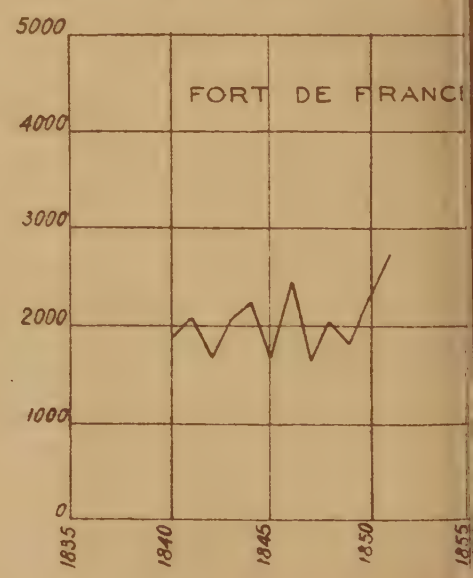
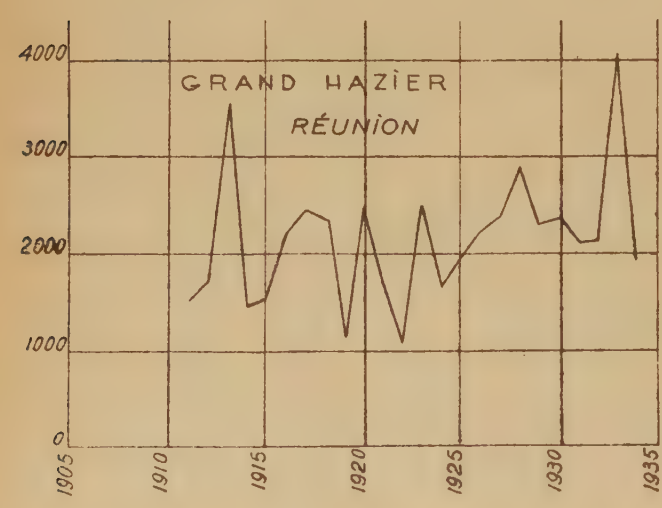
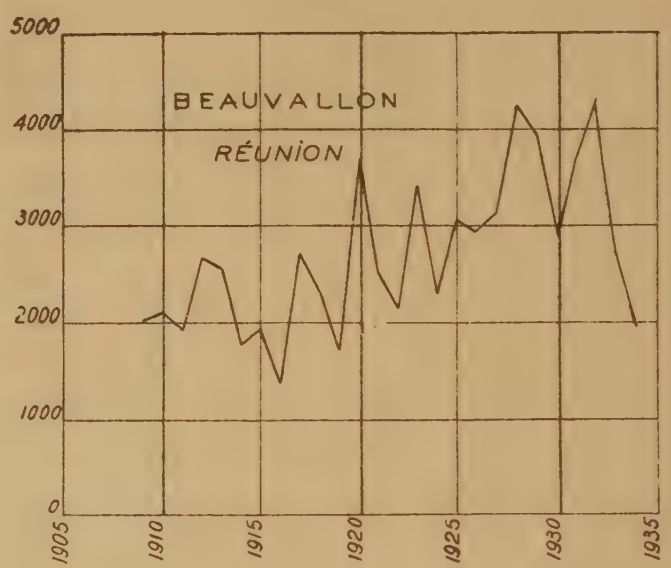
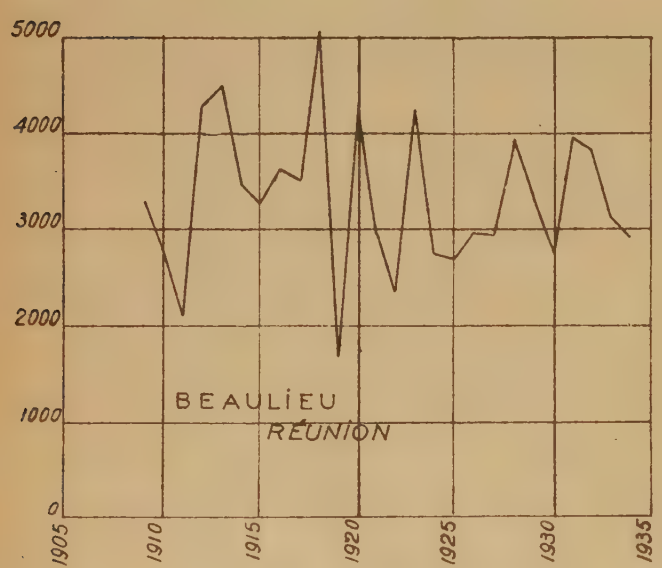
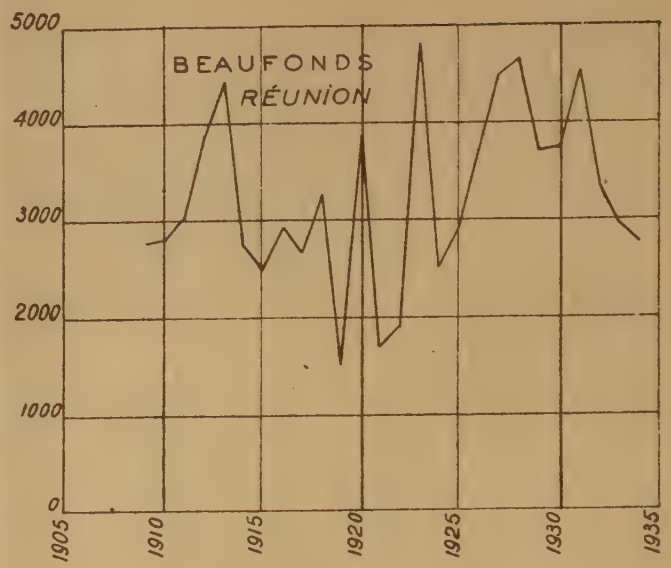
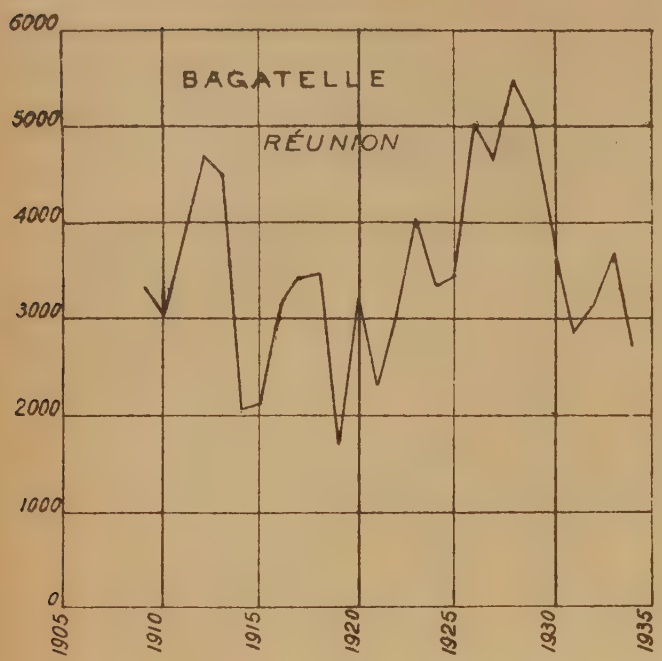
carte des Moyennes Annuelles

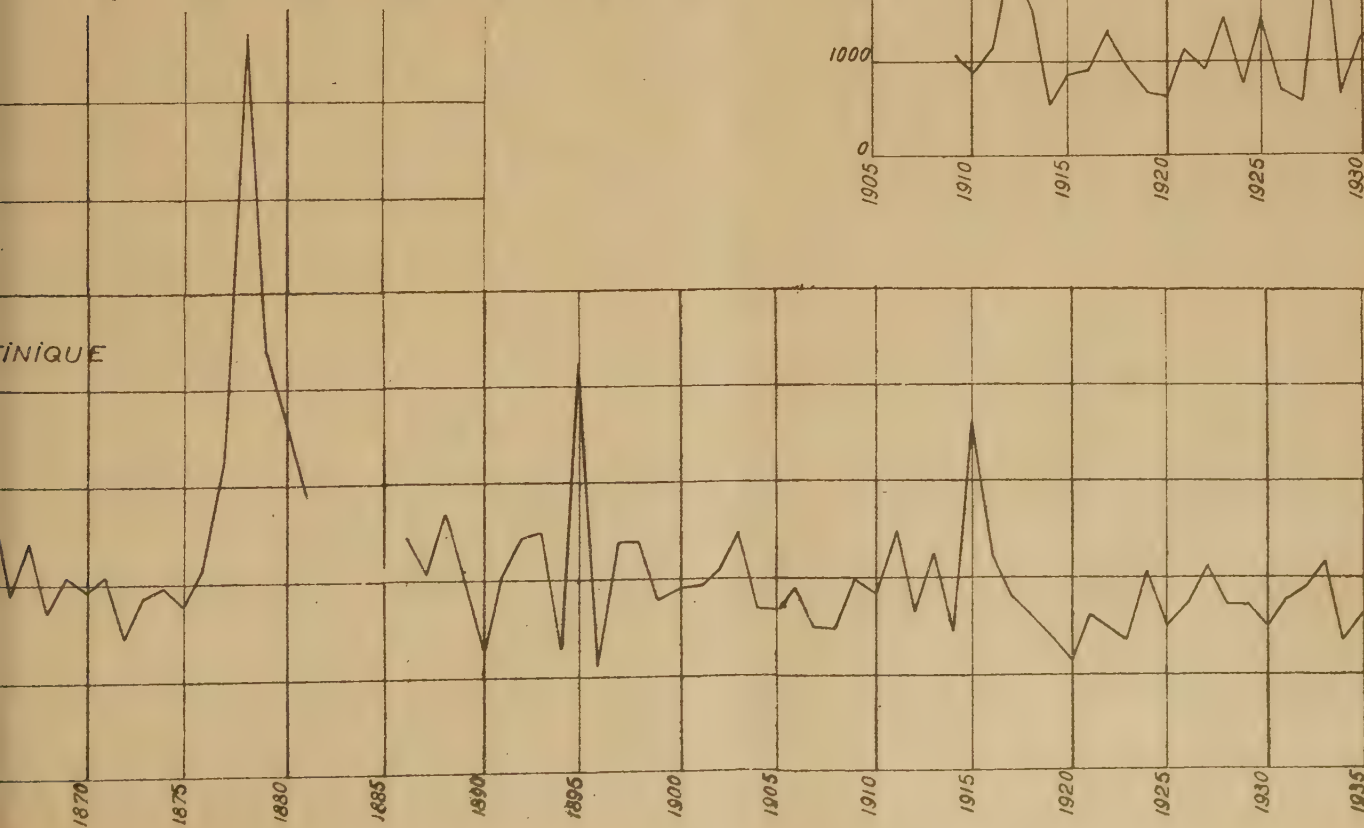
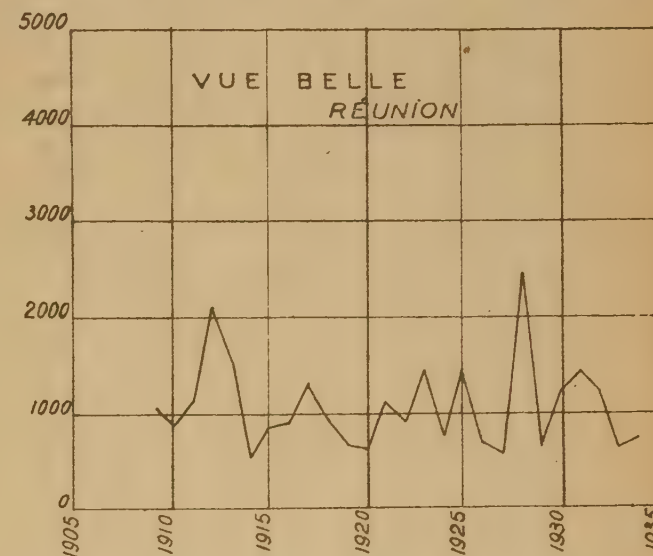
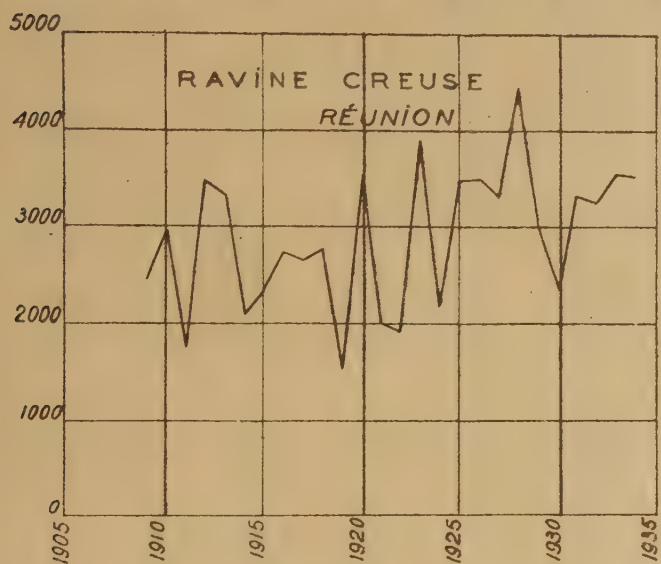
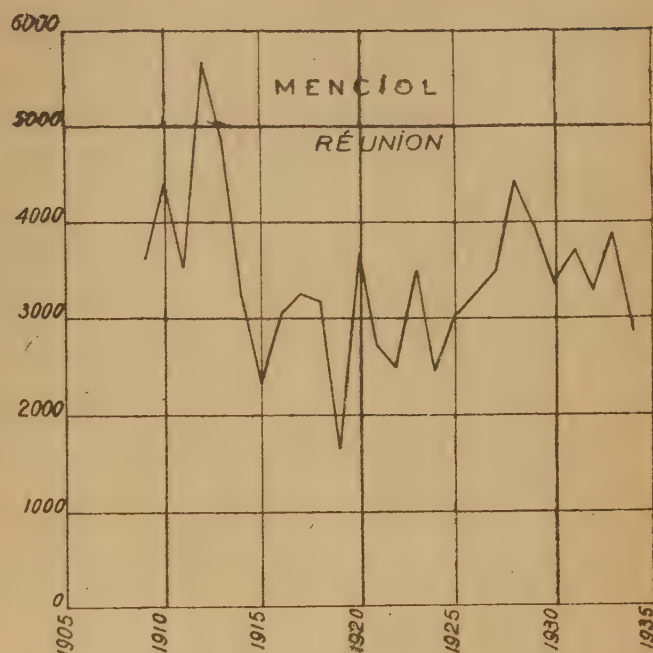
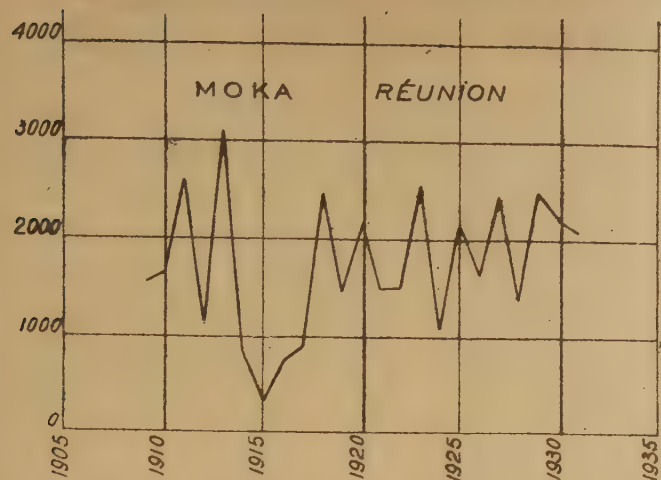
0 5 10 15 20 Kil

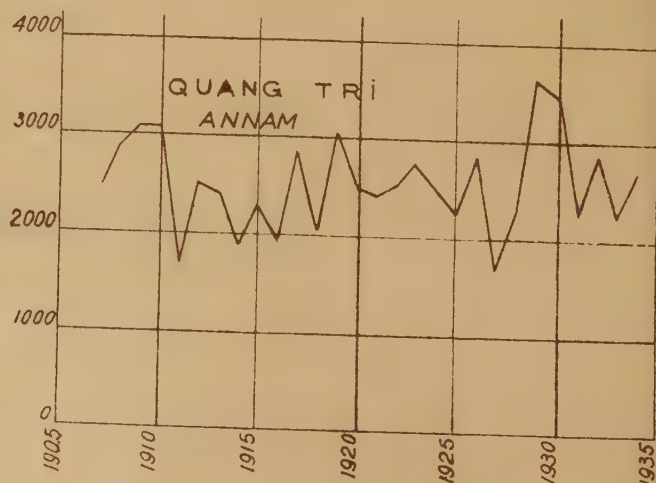
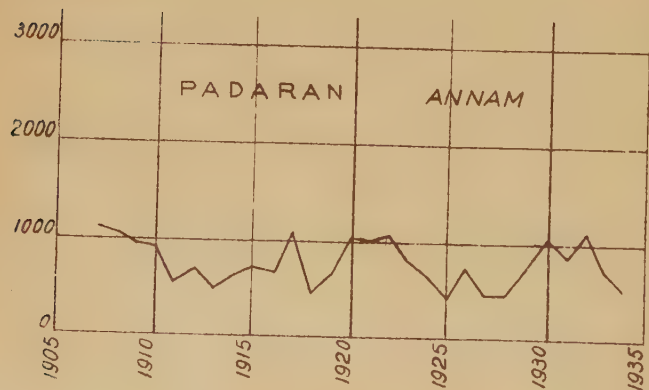
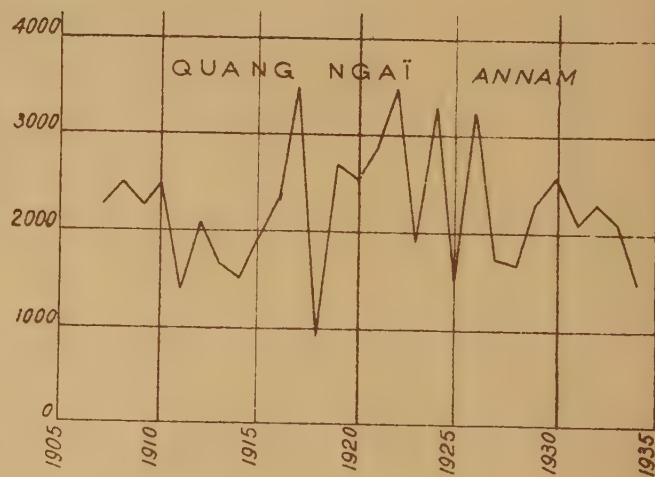
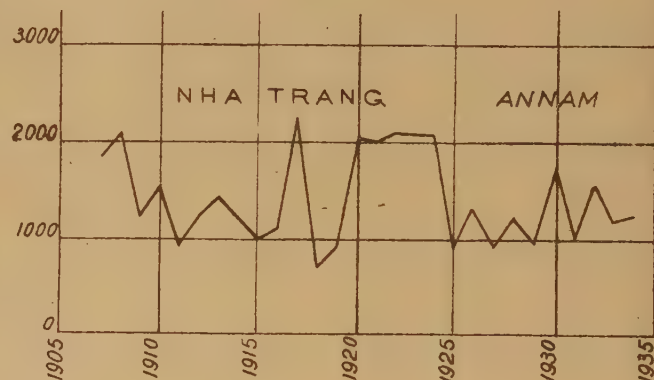
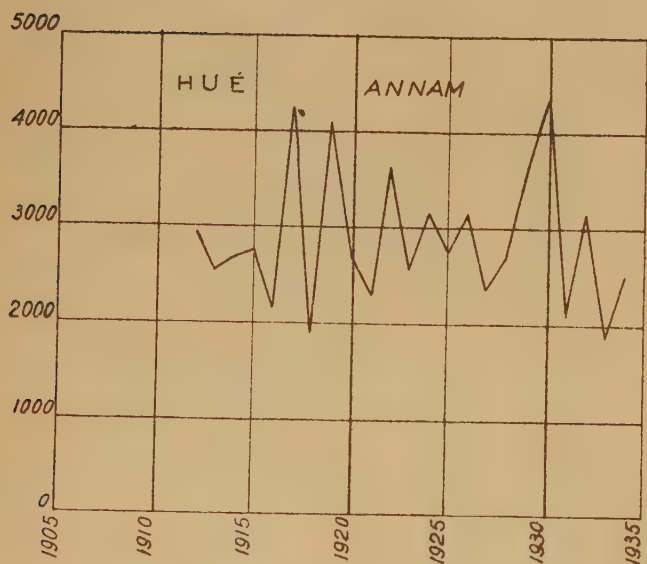
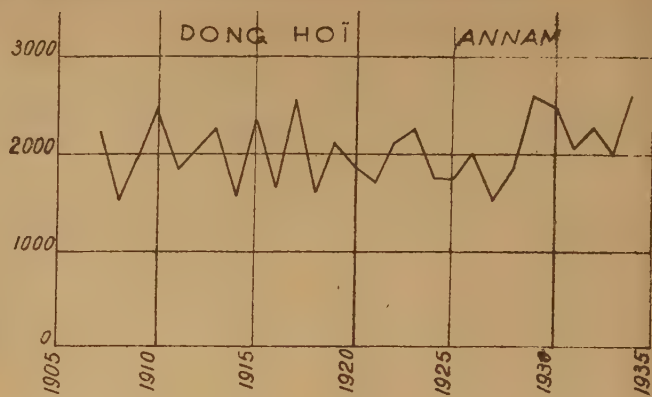
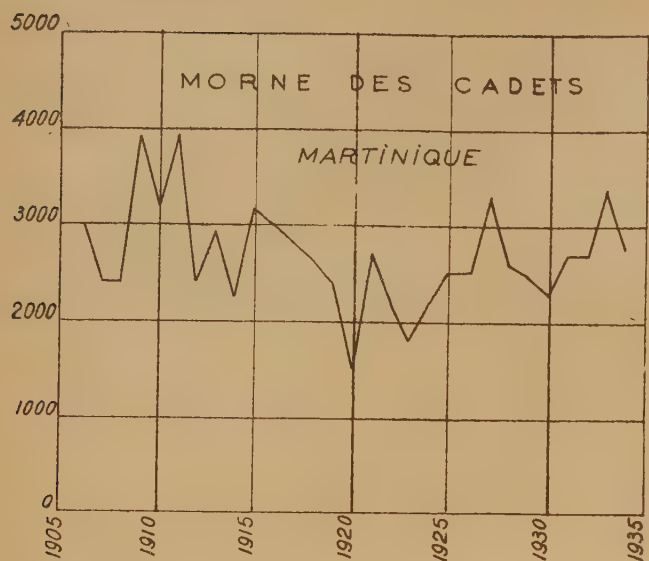


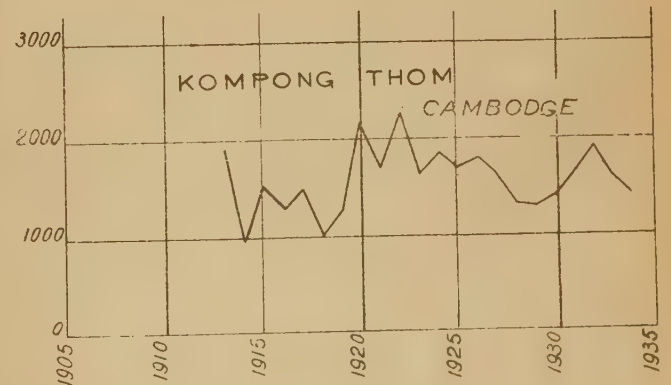
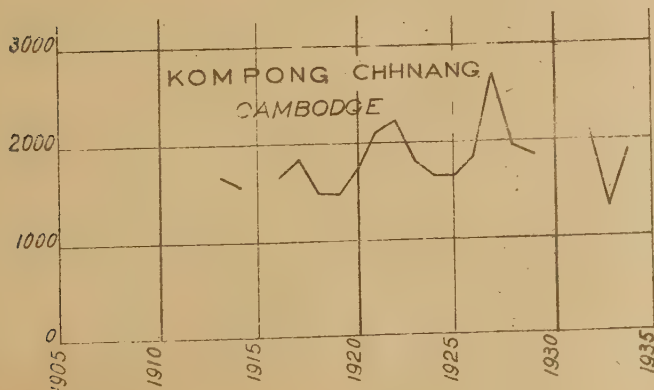
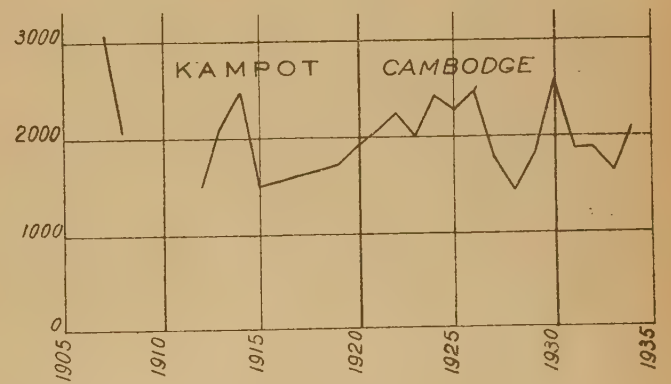
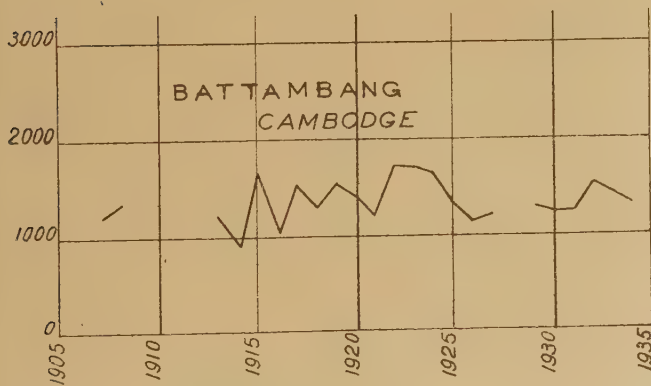
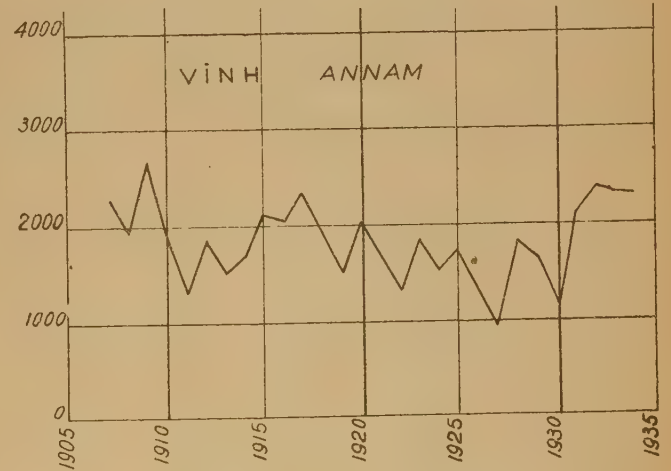
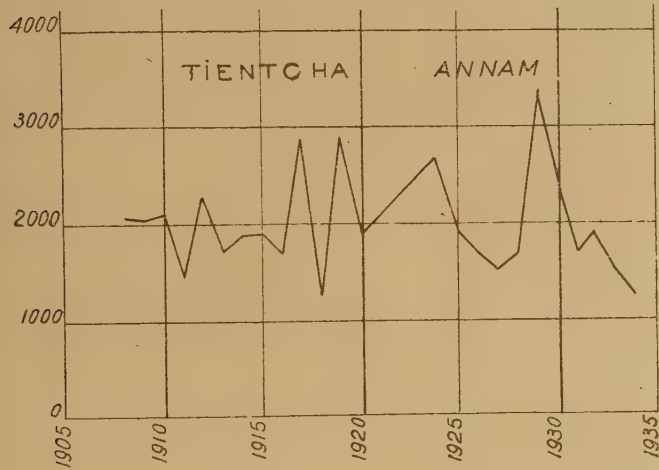
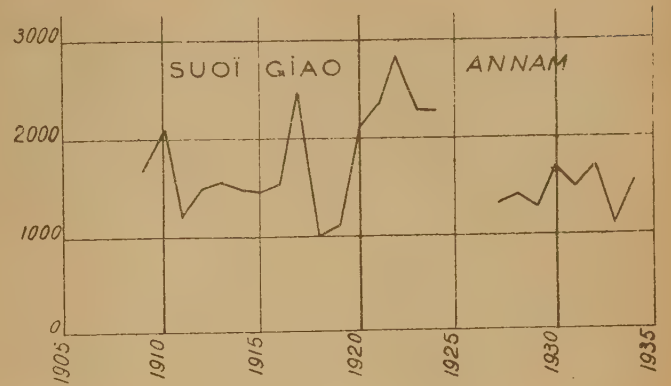
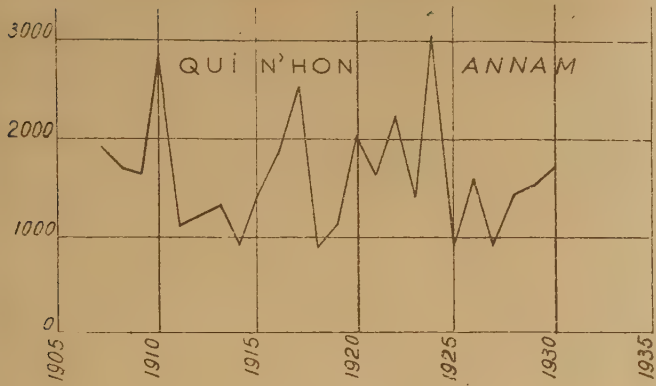
CARTE DES PLUIES ANNUELLES A LA MARTINIQUE

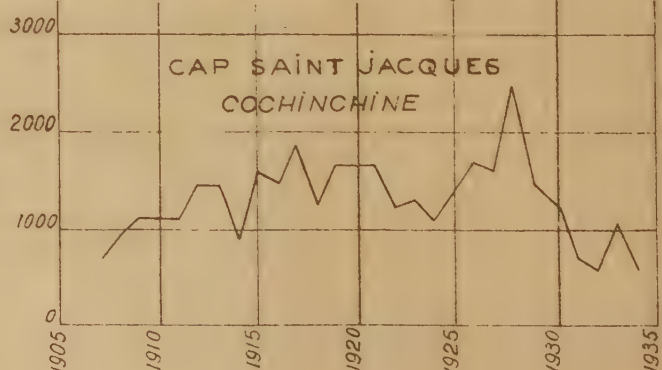
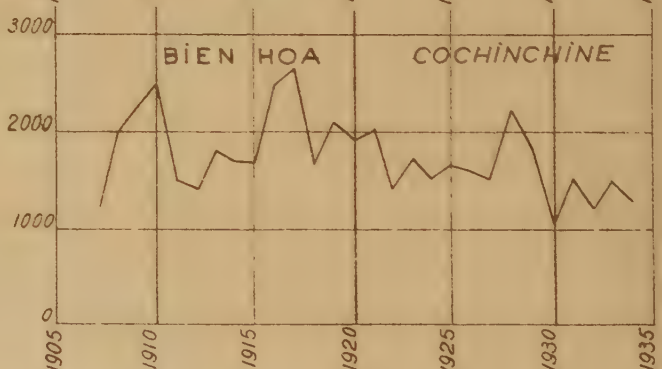
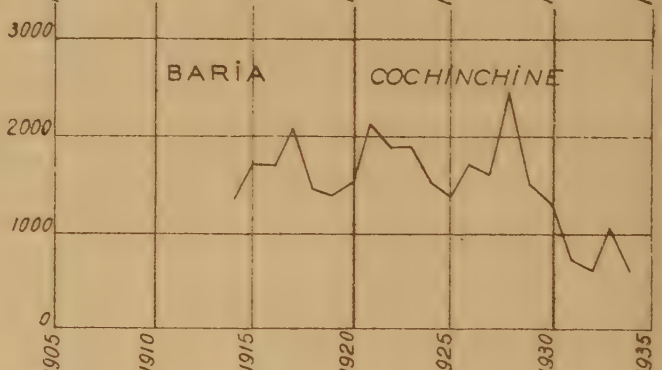
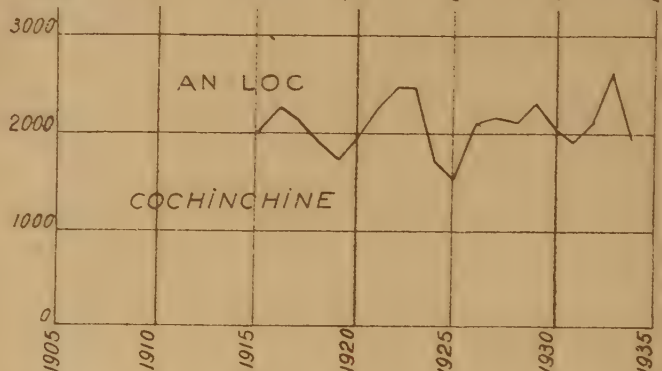
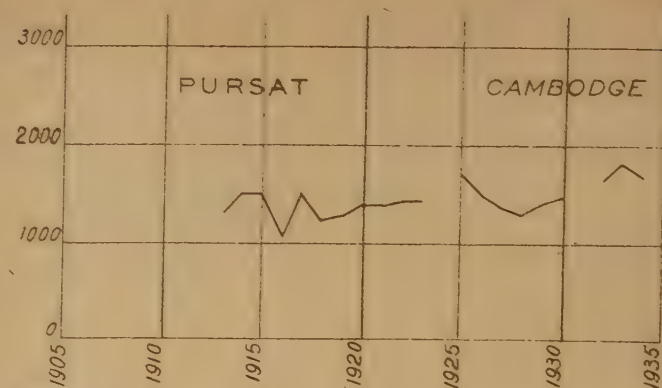
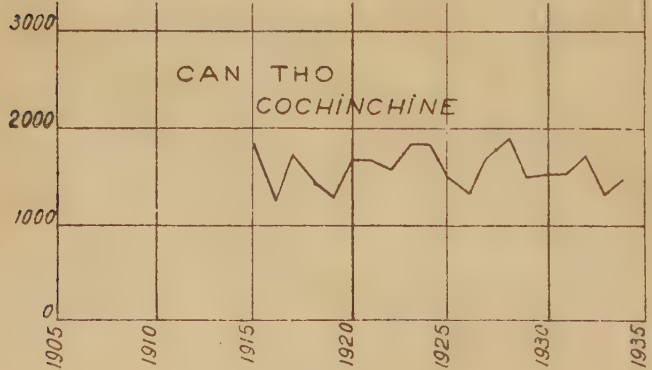
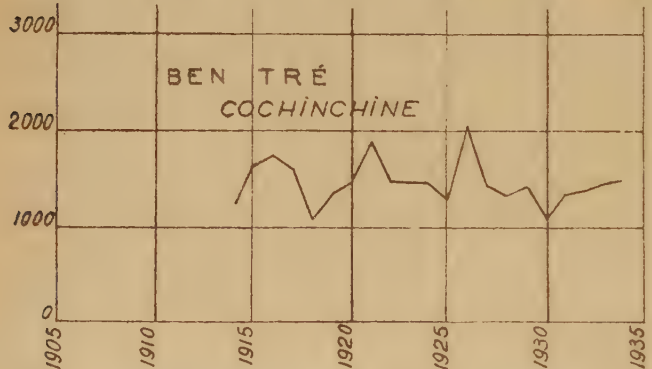
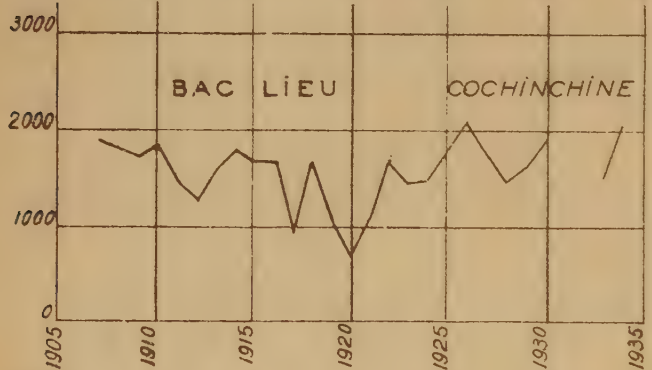
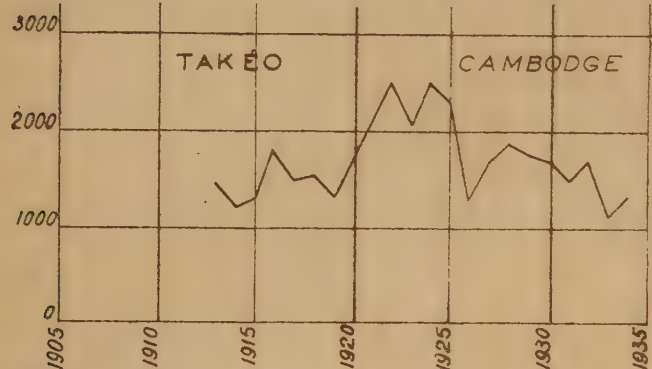
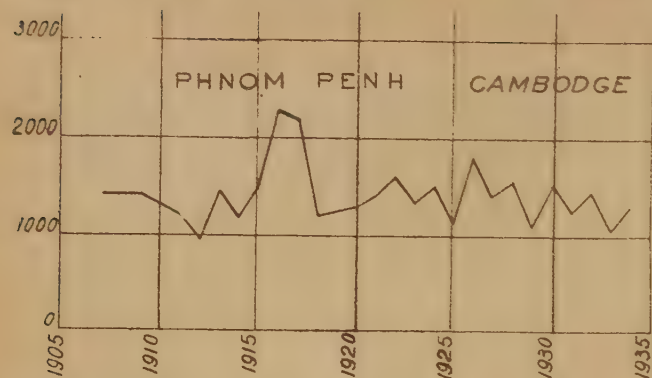
(établie par M. S. FROLOW, Ingénieur
Météorologiste des Colonies)

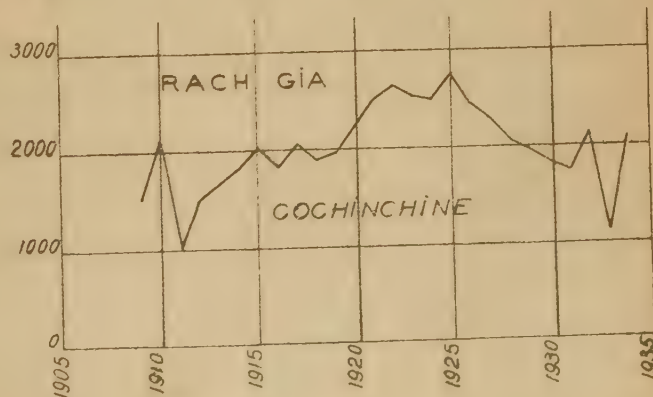
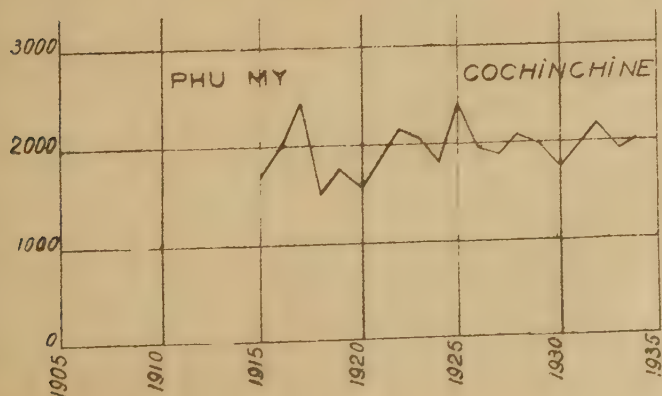
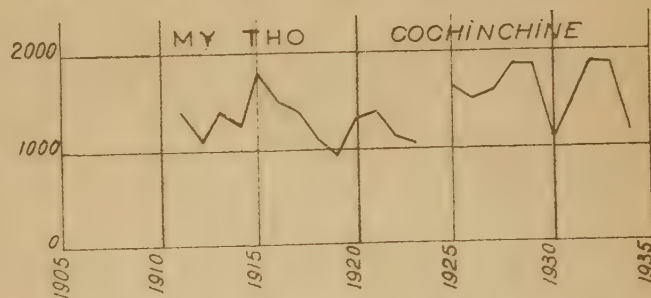
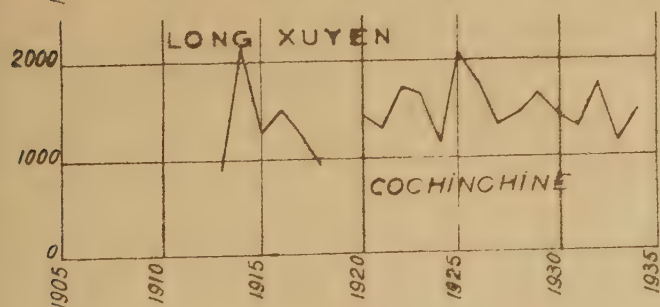
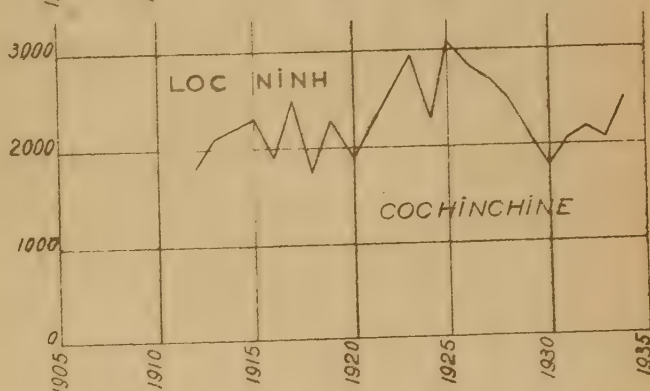
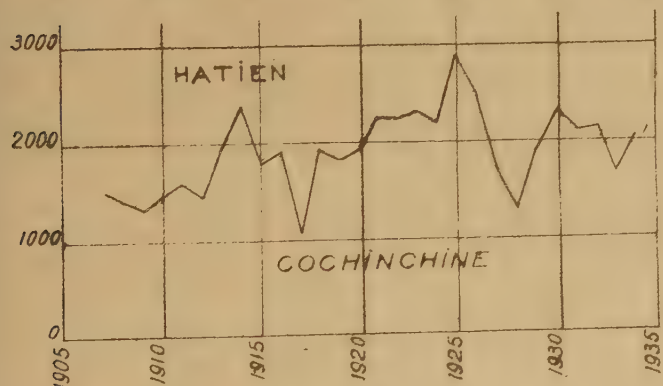
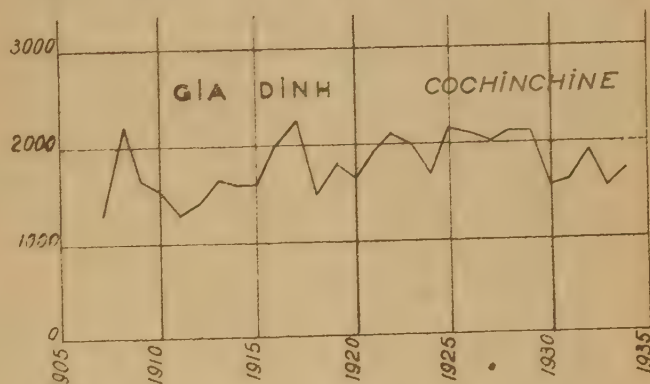
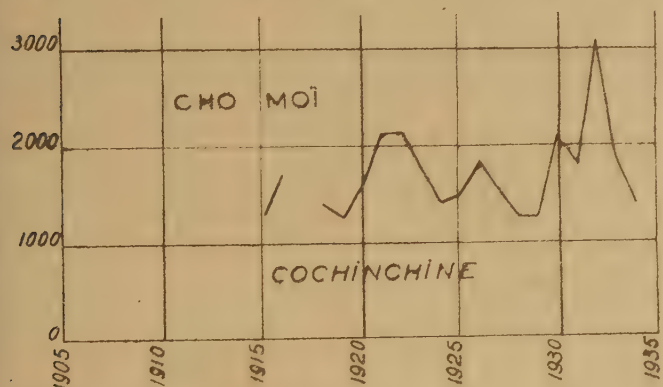
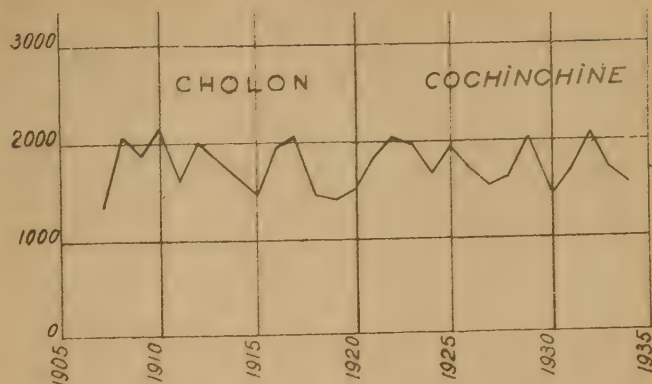
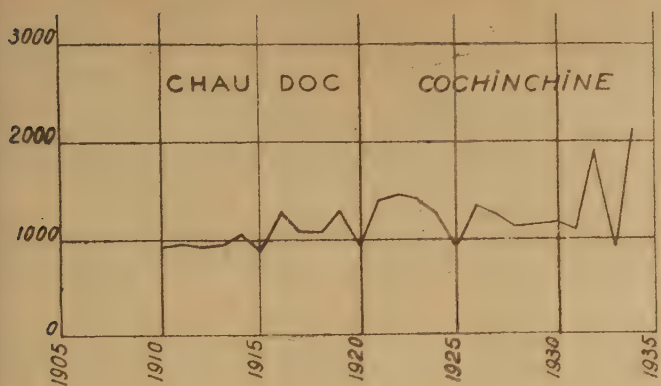


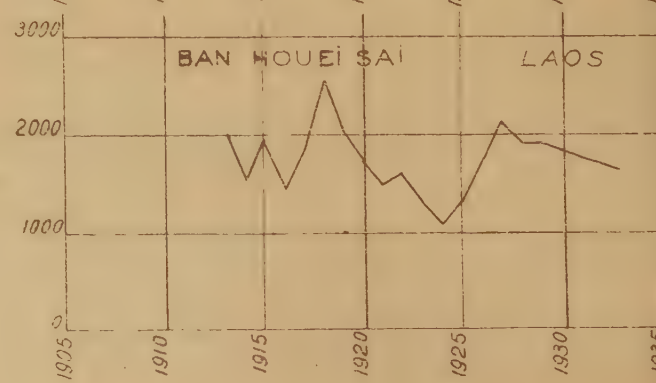
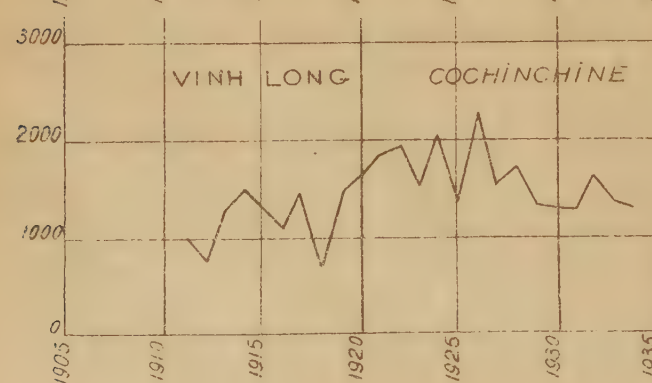
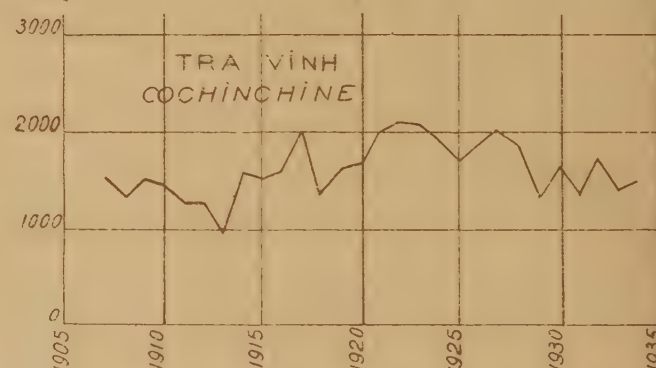
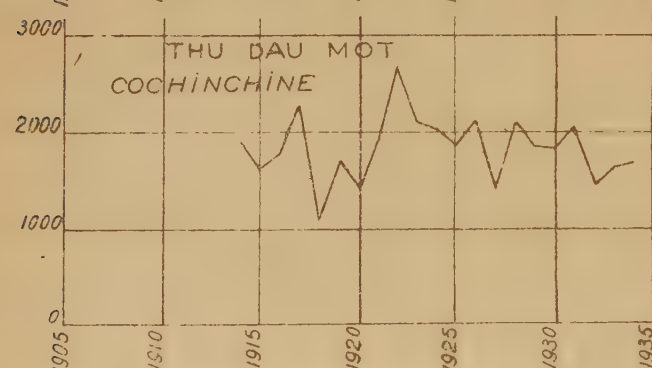
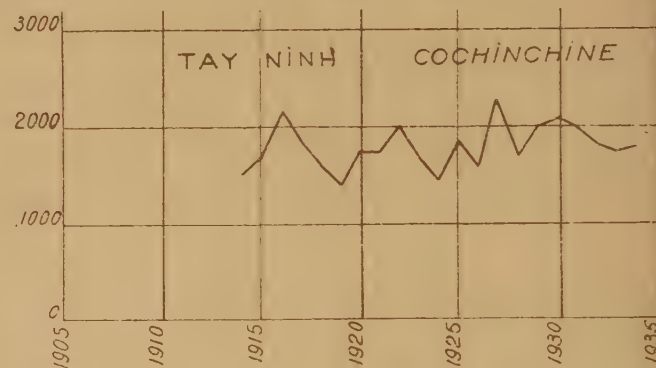
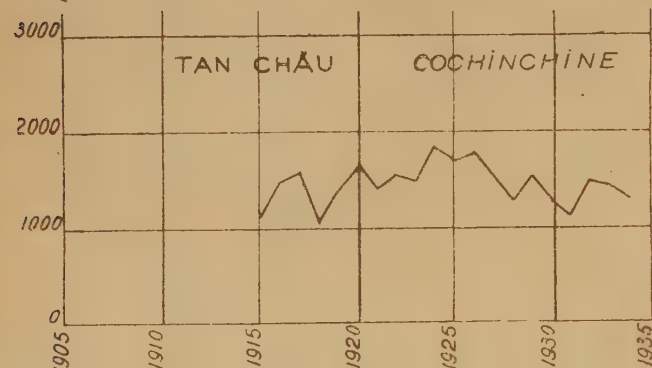
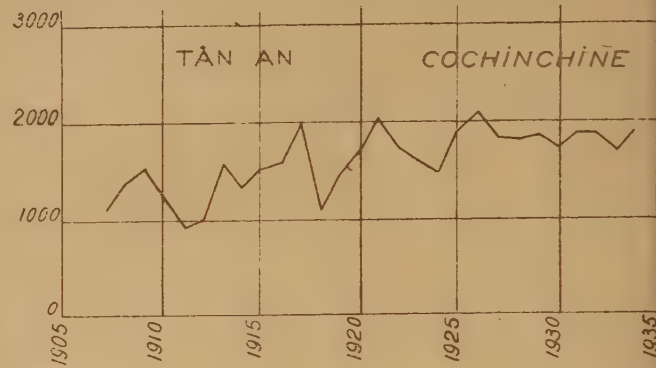
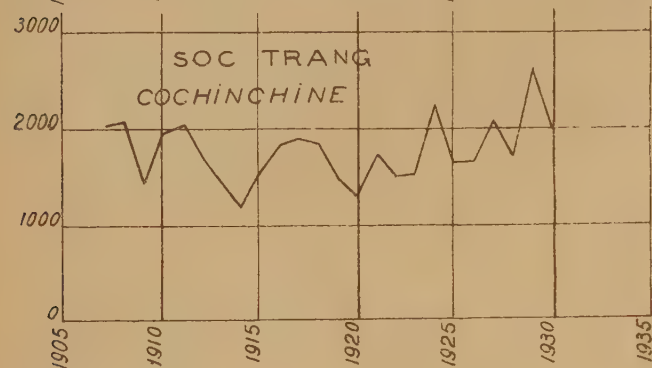
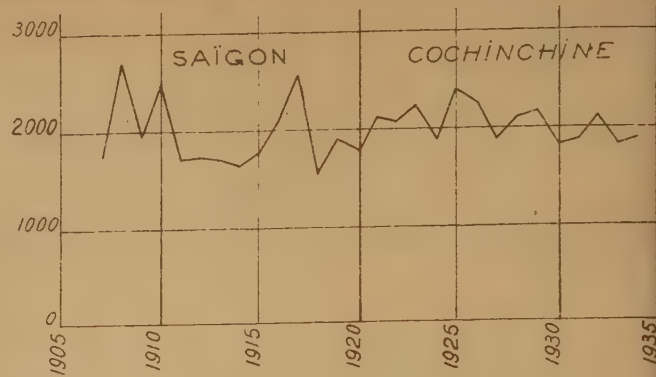
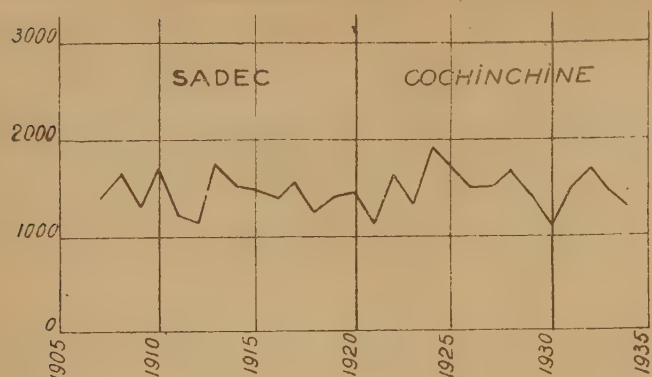


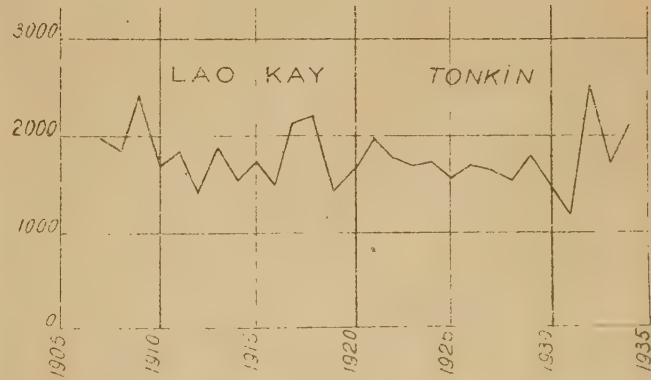
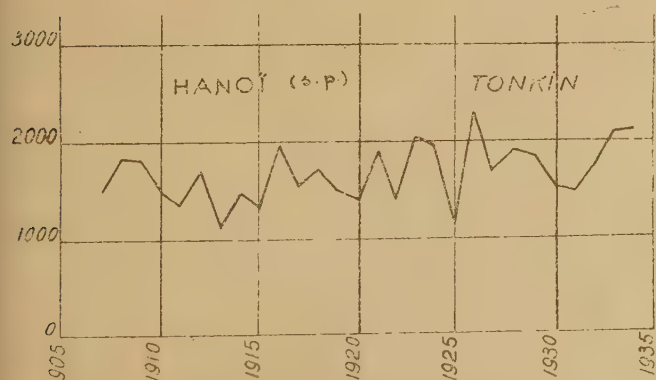
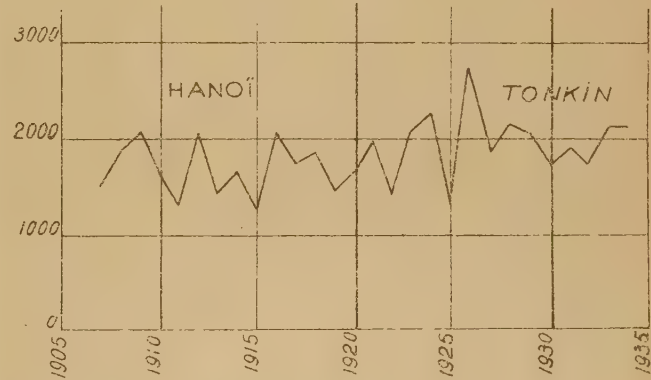
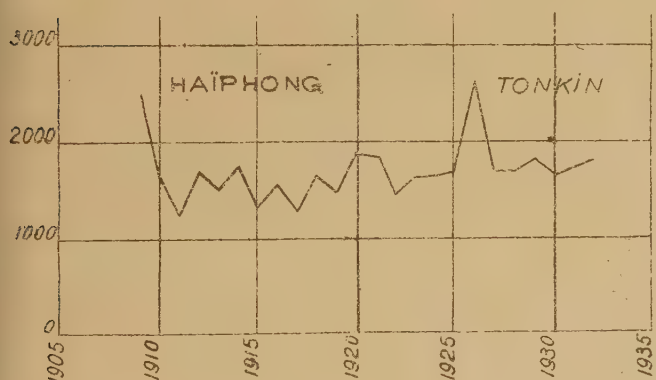
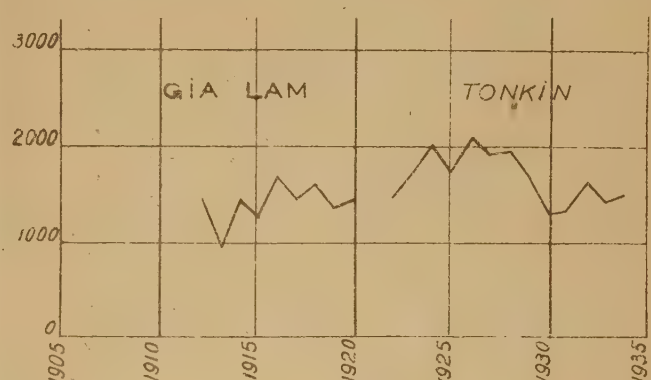
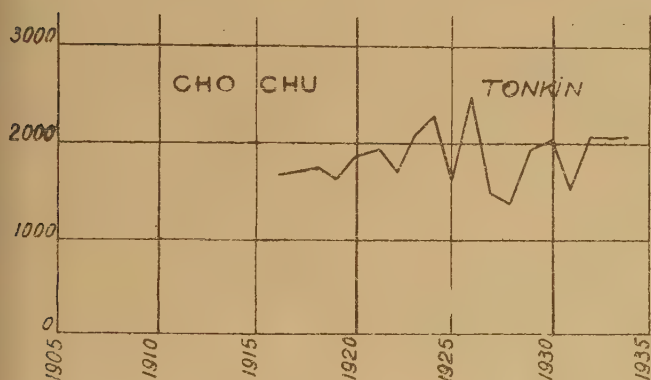
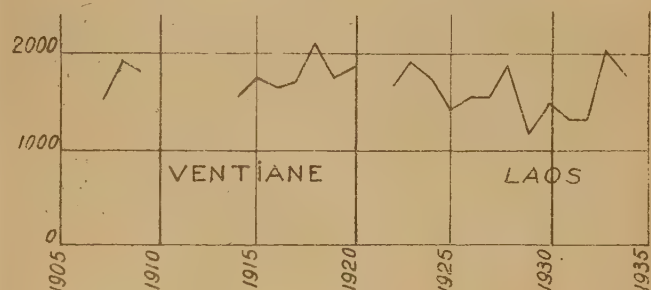
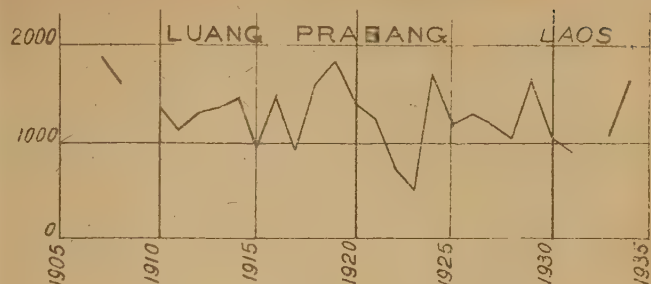
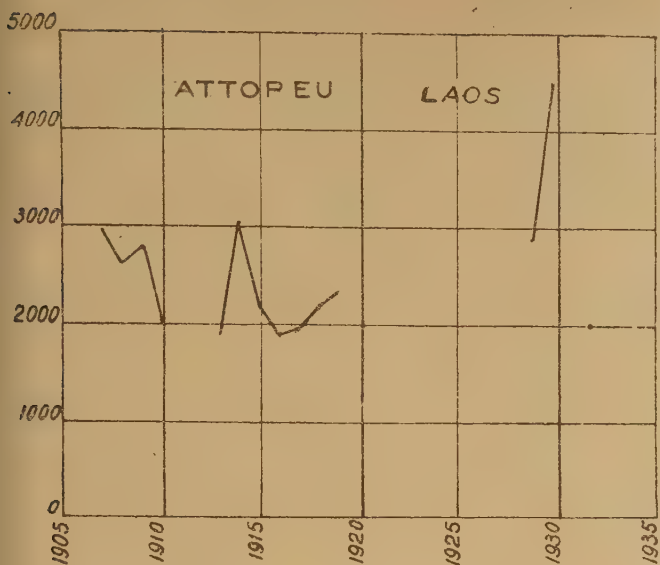


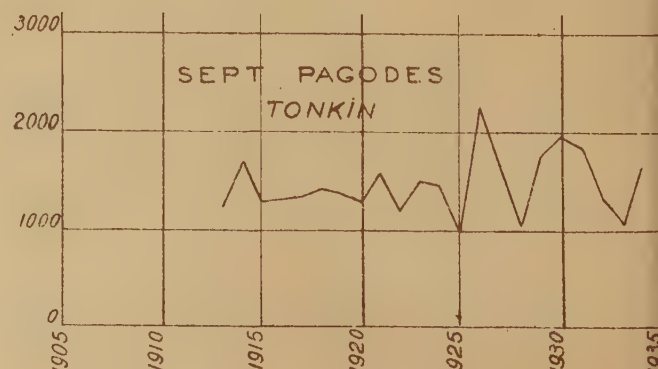
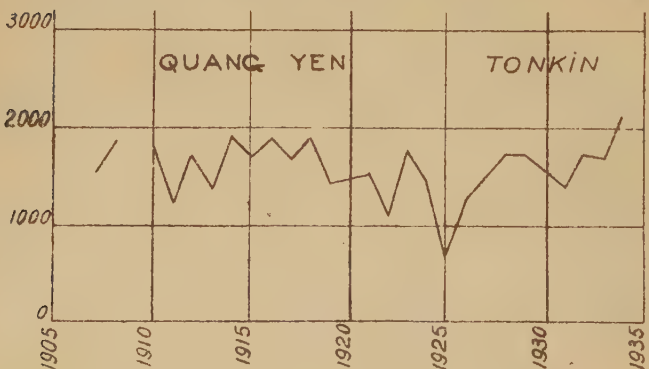
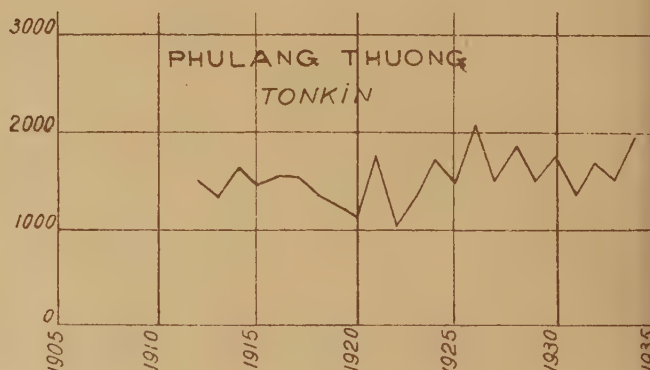
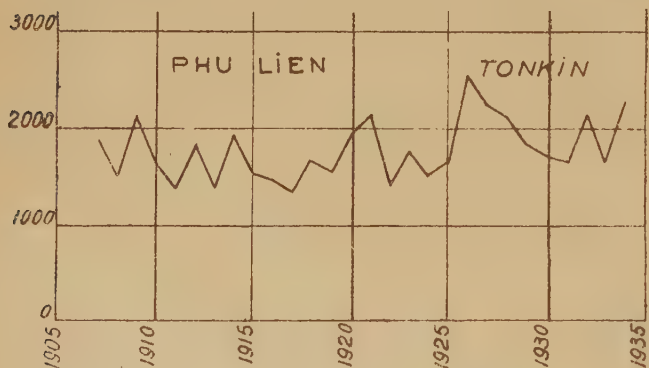
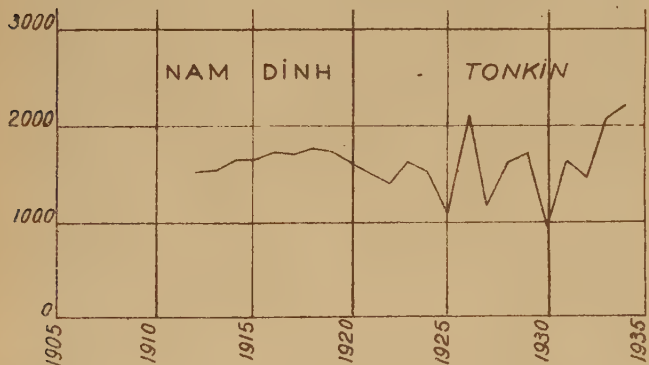
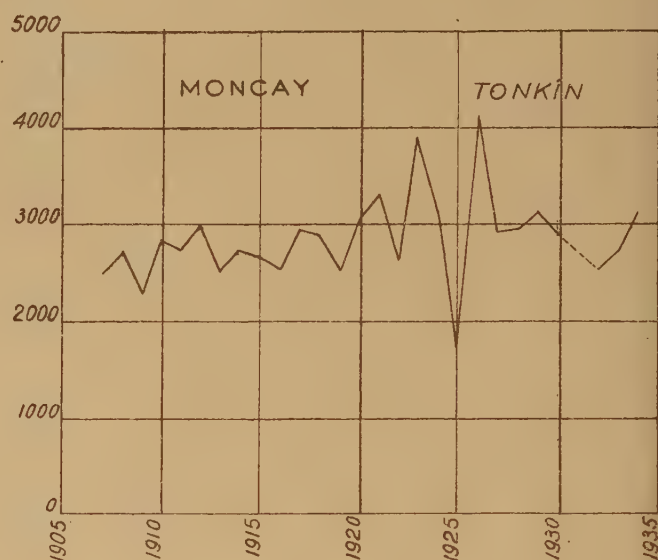
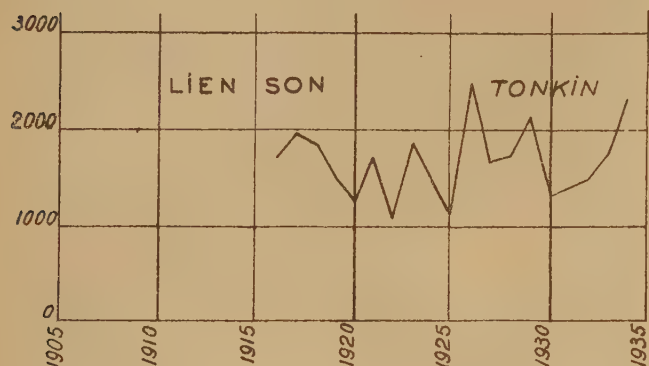
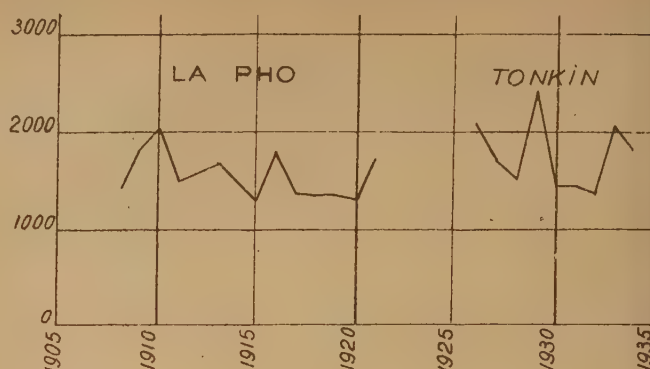
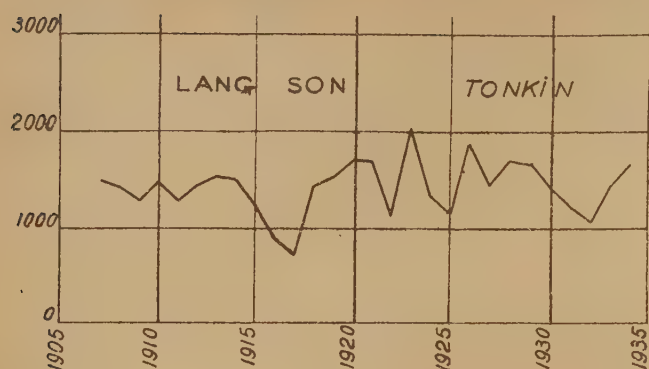


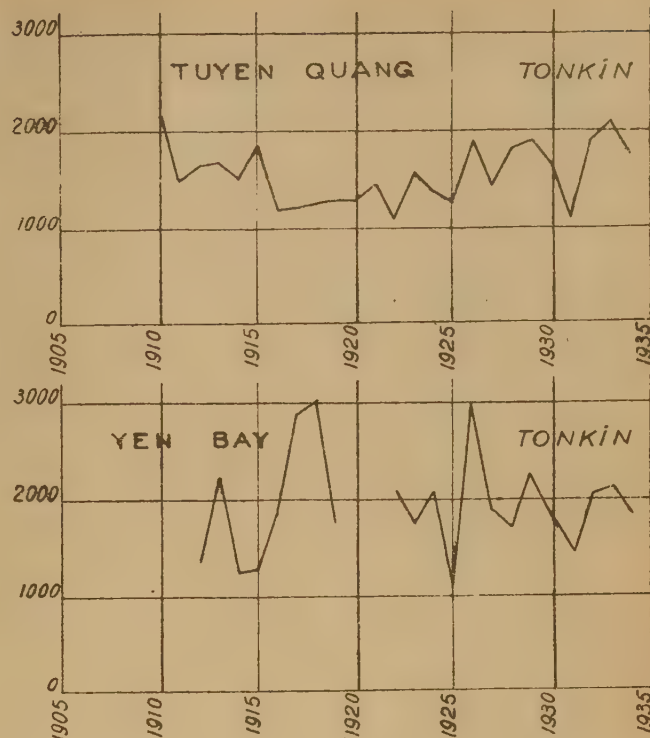
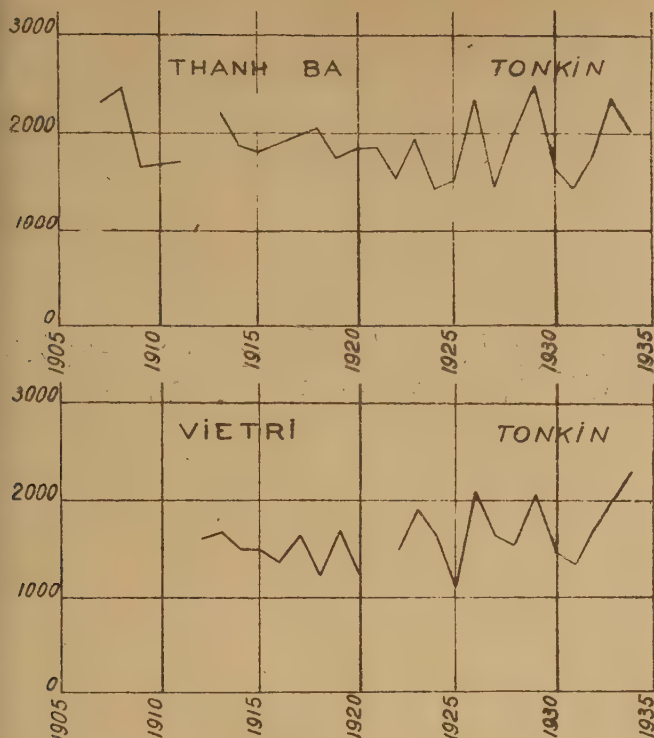






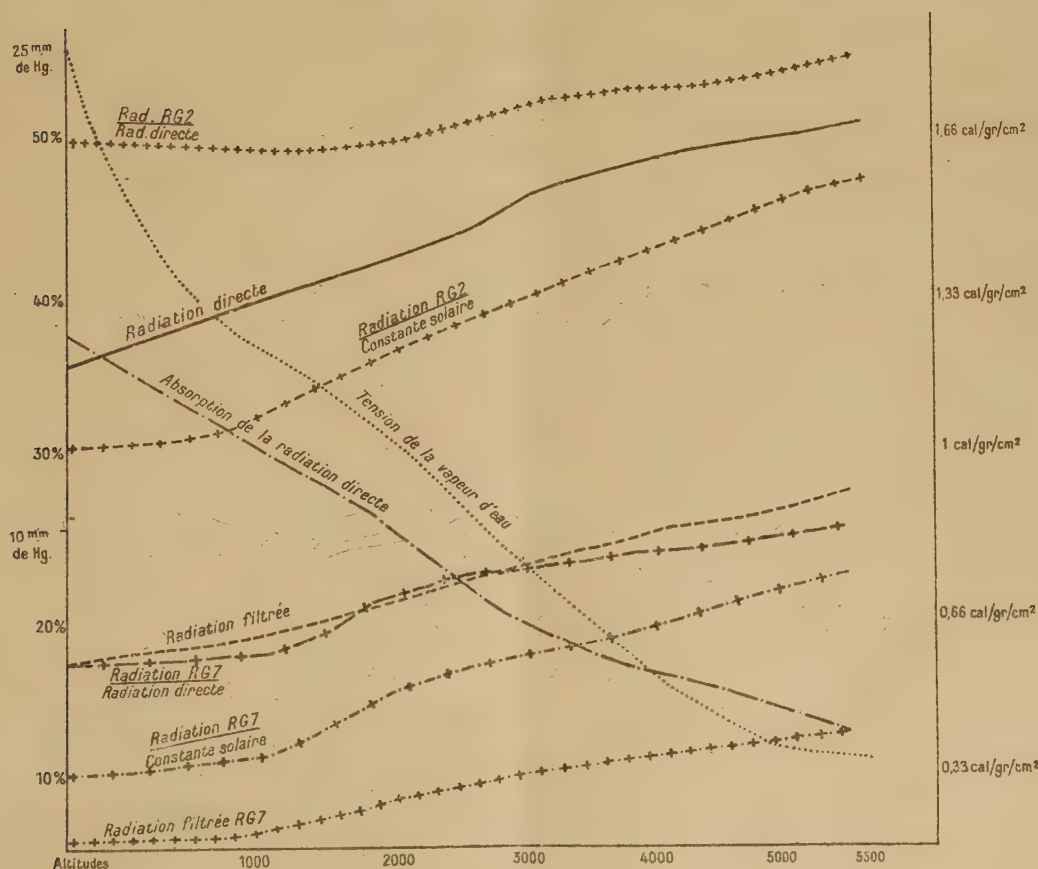






L. LAPAYRE

MESURES EN AVION DE LA RADIATION SOLAIRE A DJIBOUTI



148 V. FROLOW. - LA PROPAGATION DES COMPOSANTES METEOROLOGIQUES ELEMENTAIRES EN INDOCHINE.

TABLEAU I : PLUIE

N°	Station	Phase	Importance.	N°	Station	Phase	Importance.	N°	Station	Phase	Importance.
1	Poulo Condore	15,2	57,1	65	Battambang	18,5	52,5	129	Lai-chau	26,2	67,7
2	Nam-oan	13,2	57,1	66	Pailin	20,2	58,4	130	Dien-bien-phu	22,2	68,8
3	Long-my	16,1	61,7	67	Svachek	17,7	55,1	131	Muong-khoua	16,4	55,3
4	Thoi-binh	16,9	68,3	68	Samrong	20,5	63,8	132	Siempang	21,4	76,5
5	Rach-gia	14,2	63,1	69	Champhone	22,6	64,0	133	Ben-houei-soai	22,6	68,6
6	Can-tho	9,9	67,6	70	Quang-khé	0,4	27,8	134	Vien-pou-kha	21,4	53,5
7	Tra-vinh	15,2	79,8	71	Tien-tri	2,9	56,0	135	Boun-neua	23,5	70,0
8	Duong-dong	19,4	74,5	72	Lang-son	26,3	51,2	136	Phong-galy	21,8	64,6
9	Cap St. Jacques	16,0	66,4	73	Savannakhet	24,2	66,8	137	Phong-tho	27,9	51,9
10	Réam	18,9	58,3	74	Pak-hin-boun	25,5	63,8	138	Tché-tsouen	24,3	66,9
11	Phu-rieng	18,1	73,0	75	Gia-hoi	2,9	50,5	139	Linchow	24,3	59,7
12	Djiring	18,1	66,2	76	Ha-giang	25,0	76,4	140	Pouo-hi	23,5	56,7
13	Phan-rang	4,9	34,0	77	Thanh-son	11,1	60,1	141	Silung	22,2	56,7
14	Lagi	18,9	72,9	78	Vinh	8,7	39,8	142	Yi-liang	25,1	60,0
15	Mui-né	14,0	57,7	79	Phu-qui	16,4	70,3	143	Younnanfou	25,9	58,6
16	Hone-cohé	3,7	45,0	80	Van-ly	18,5	52,8	144	Khamthongtai	22,6	64,5
17	Padaran	9,5	35,3	81	Dien-dien	19,9	54,0	145	Fia-fay	20,2	61,8
18	Ba-ngoi	2,5	29,7	82	Cao-ha	22,6	57,8	146	Nghia-lo	22,2	50,8
19	Pho-binh-gia	14,8	71,7	83	Ké-bao	21,0	67,1	147	Ami-tchéou	25,9	60,7
20	Cu-mong	98,0	49,4	84	Mui-ngoc	22,6	58,0	148	Khamkent	23,0	60,7
21	De-gi	0	55,5	85	Hoi-hao	21,8	34,9				
22	M. Drack	99,9	47,2	86	Fort Bayard	22,6	44,8				
23	Es-yong	12,8	49,1	87	Watlam	29,2	48,0				
24	Ngan-son	26,7	53,7	88	Kuehstien	26,7	49,8				
25	Bong-trang	18,1	60,0	89	Sunchow	31,7	57,5				
26	Hiep-hoa	15,2	60,5	90	Yingklia	29,6	41,4				
27	Thap-muoi	10,3	54,7	91	Souyen	25,9	43,9				
28	Sa-huynh	97,2	38,2	92	Kweilin	35,0	62,1				
29	Dak-joppau	11,1	37,2	93	Yungfu	31,2	49,4				
30	Cheo-réo	14,4	42,5	94	Nan-ning	22,2	51,7				
31	Bu-dop	22,2	45,9	95	Loc-binh	28,4	64,1				
32	Tot-khé	25,5	76,7	96	Phan-son-mui	26,3	44,4				
33	Komp-trach	13,6	57,3	97	Dai-dong	20,5	55,7				
34	Kasko	7,4	39,5	98	Bai-tuong	18,9	59,3				
35	Hong-chong	13,6	67,6	99	Cua-rao	18,5	64,2				
36	Co-luy	99,2	49,9	100	Van-yen	28,3	62,5				
37	Kon-plong	2,0	42,3	101	Paksane	25,9	80,9				
38	Ferrand	13,7	68,9	102	Vientiane	21,4	67,8				
39	Sambor	20,2	37,7	103	Peklay	25,9	75,3				
40	Chhlong	13,4	59,6	104	Vang-Vieng	25,1	99,0				
41	Snaipoi	12,3	60,4	105	Xiang-Khouang	25,1	57,7				
42	Chambak	12,8	47,3	106	Samteu	24,7	42,8				
43	Tani	16,4	52,9	107	Nong-het	23,0	83,0				
44	Ne-Cham	21,0	29,6	108	Muong-soi	25,9	78,3				
45	K. tralach	14,0	46,0	109	Cho-bo	24,7	61,6				
46	K-thom	14,8	63,9	110	Vietri	24,7	46,4				
47	Stung-treng	20,2	60,9	111	Cho-moi	23,5	73,2				
48	Veune-sai	20,2	59,8	112	Yen-lac	29,2	59,3				
49	Hiep-hoa	96,7	53,0	113	Lungchow	29,2	49,5				
50	Tientcha	99,9	46,3	114	Trung-phan-phu	25,9	43,6				
51	An-diem	5,4	41,5	115	Shanglin	22,6	48,3				
52	Khong	16,1	57,9	116	Szezenfa	25,9	36,5				
53	Staung	15,6	40,9	117	Sao-leo	24,7	79,9				
54	Tang-phloeh	14,0	51,2	118	He-don	27,9	63,9				
55	Snem-oraben	22,2	74,6	119	Yen-bay	19,7	50,7				
56	Maung	13,2	55,7	120	Leo-bao	18,1	36,9				
57	Siem-reap	14,8	59,2	121	Sam-neua	24,3	67,3				
58	Paksé	22,2	59,7	122	Muong-sone	25,9	65,9				
59	Leo-ngam	22,2	39,5	123	Luang-prabang	25,9	64,3				
60	Chéomksan	16,4	75,5	124	Muong-nroi	25,5	30,8				
61	Huê	99,7	46,1	125	Sen-la	27,1	64,0				
62	Cua-tung	22,2	47,8	126	Cao-ha	22,2	49,3				
63	M. phine	22,7	57,6	127	La-trang	9,0	18,6				
64	Cao-bang	22,2	77,8	128	K. khuong	23,0	41,9				

TABLEAU II : TEMPERATURE MOYENNE (1934)

N°	Station	Phase	Importance.	N°	Station	Phase	Importance.	N°	Station	Phase	Importance.
1	Yunnanfou	25,1	91,4	21	Petit-lang-bian	28,8	67,9	41	Phu-man	23,5	76,1
2	Leo-kay	24,3	78,4	22	Dion	27,9	77,5	42	Phu-xuan	24,3	77,4
3	Lang-son	23,8	76,8	23	Djiring	33,1	61,6	43	Phu-qui	26,3	72,3
4	Tuyen-quang	23,0	82,9	24	Padaran	28,4	63,3	44	Bong-son	27,9	88,6
5	Lonay	22,6	77,7	25	Phan-thiet	26,7	65,9	45	Plaiku	32,9	66,2
6	Phu-ho	23,8	77,8	26	Glarey	41,1	43,6	46	Benamthuat	31,2	58,5
7	Phu-lang-tuong	23,5	83,4	27	Tan-chen	38,3	46,5	47	Lang-hanh	37,4	54,0
8	La-cho	22,6	68,5	28	Saigon	38,6	56,5	48	Da-khong-poul	32,5	64,8
9	Hanoi	23,5	78,2	29	Cap St. Jacques	33,7	54,8	49	Dien-tieng	37,0	58,7
10	Nam-dinh	22,6	77,3	30	Poulo-Condore	30,4	47,2	50	Bencat	37,8	48,1
11	Phat-diem	22,6	77,6	31	Battambang	36,2	55,6	51	Hatien	31,7	46,2
12	Thanh-hoa	23,5	77,8	32	Kratie	37,0	48,9	52	Stungtreng	39,5	48,0
13	Vinh	23,8	85,3	33	Kompong-achannang	39,1	55,5	53	Thompong-thom	36,2	56,3
14	Long-hoi	24,7	79,0	34	Phnom-penh	35,0	57,0	54	Pursat	32,1	43,4
15	Quang tri	26,7	80,9	35	Soai-rieng	39,1	49,3	55	Luang-prabang	30,0	73,7
16	Huê	25,5	83,4	36	Nong-het	28,8	81,5	56	Xiang-khouang	27,0	66,7
17	Tientcha	28,3	88,0	37	Vientiane	28,6	61,8	57	Paksane	28,8	71,4
18	Tourane	25,5	81,9	38	Thakhek	30,0	74,0	58	Boneng	30,9	72,7
19	Thach-ban	28,8	78,3	39	Paksé	38,6	40,1	59	Paksong	30,9	64,7
20	Pha-trang	25,5	75,2	40	Phu-lien	22,6	81,5				

TABLEAU III : TEMPERATURE MOYENNE (1934)

N°	Station	Phase	Importance.	N°	Station	Phase	Importance.	N°	Station	Phase	Importance.
1	Yunnanfou	68,3	74,8	11	Quang-tri	76,3	68,8	21	Battambang	79,5	54,1
2	Fort Bayard	76,7	75,8	12	Huê	75,9	67,6	22	Kratie	83,3	46,3
3	Leo-kay	78,4	74,3	13	Phu-lien	77,1	73,2	23	Soai-rieng	78,4	51,9
4	Lang-son	77,1	70,7	14	Tientcha	75,5	66,5	24	Luang-prabang	79,2	71,5
5	Lonay	76,7	72,0	15	Tourane	75,5	67,2	25	Vientiane	77,1	58,4
6	Hanoi	77,1	73,3	16	Nha-trang	73,8	63,2	26	Savannakhet	78,4	61,6
7	Nam-dinh	77,1	72,6	17	Padaran	73,0	61,1	27	Paksé	77,9	55,3
8	Thanh-hoa	77,1	72,2	18	Phan-thiet	73,8	55,9	28	Saigon	77,8	67,4
9	Vinh	77,1	72,4	19	Poulo-Condore	75,0	50,2	29	Hatien	74,7	38,9
10	Bong-hoi	76,3	69,5	20	Cap St. Jacques	76,3	45,4	30	Paksane	79,0	75,2



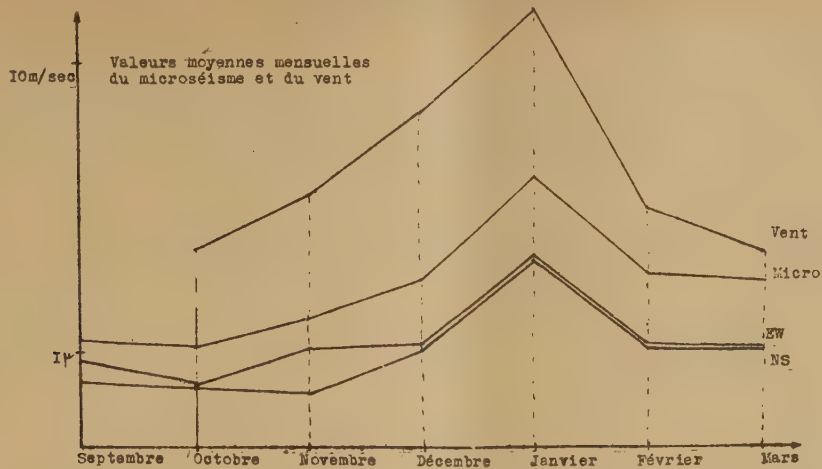
Fig. 3 - Pluie
Composante annuelle
(Juillet 1933)



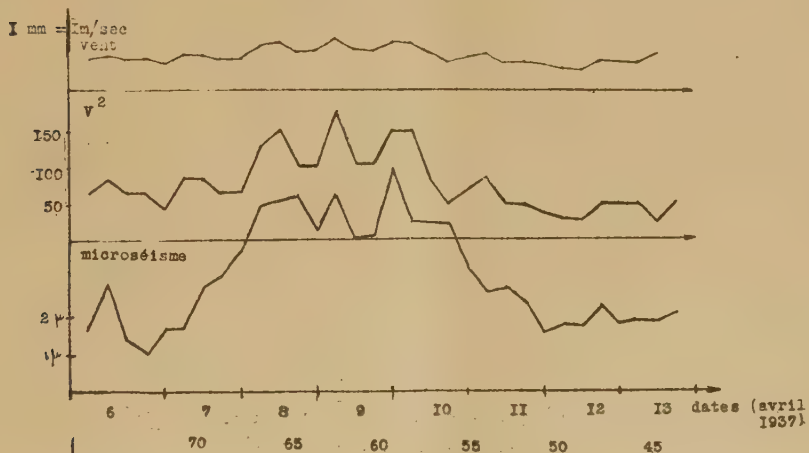
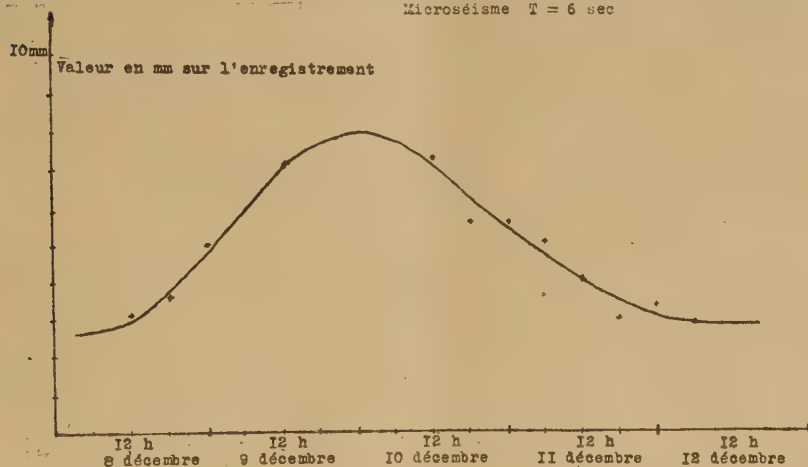
Fig. 4 - Température moyenne mensuelle (Juillet 1934)



MOLARD.- AGITATION MICROSEISMIQUE A LA STATION 151 DU MORNE-DES-CADETS

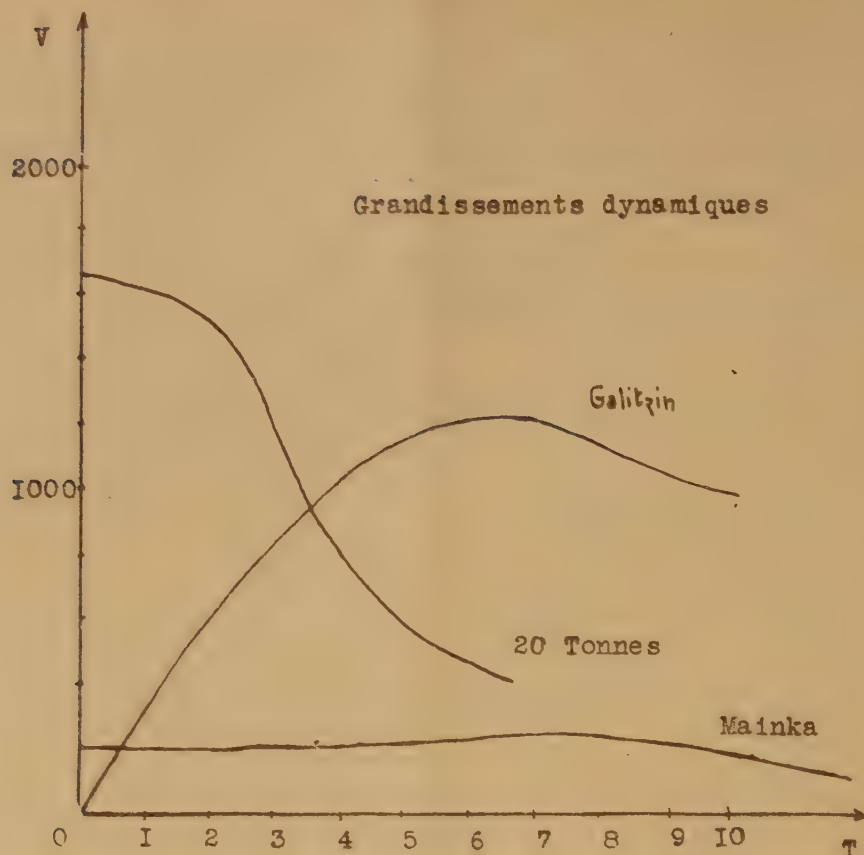


Microséisme T = 6 sec

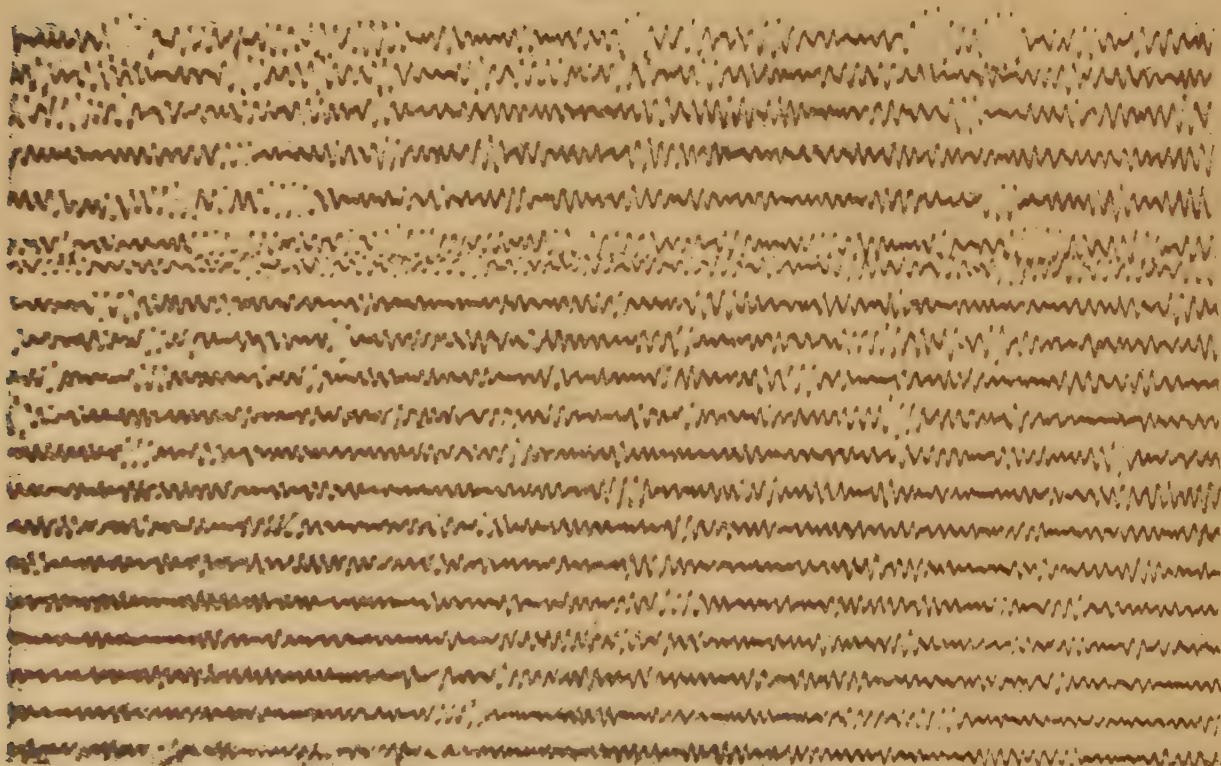


Cyclone des 8, 9, 10 décembre :
trajectoire du centre de la
dépression





Le 9 décembre à 12 h.



Le 8 décembre à 16 h.

La propagation des composantes météorologiques élémentaires en Indochine

L'étude des composantes annuelle et semi-annuelle dans le bassin yougoslave du Danube (hydrométrie) et en Argentine (hydrométrie et pluviométrie) a montré l'existence d'une propagation de ces composantes. Dans ces pays la phase réalisée aux différentes stations en un instant donné varie avec continuité d'une station à une autre, en sorte que l'on peut tracer sur une carte les lignes d'égale phase pour chacune des composantes et suivre la propagation de celles-ci à travers le pays.

Ces premières constatations m'ont incité à vérifier si on les retrouverait dans d'autres contrées et de voir si elles concernent, en plus de la pluie et de l'écoulement fluvial, la température et la pression atmosphérique.

Je me propose de présenter dans ces *Annales* la partie de cette étude concernant les territoires de la France d'Outre-Mer. On pourra y constater que les résultats relatifs aux différentes composantes élémentaires de la pluie et à la composante annuelle de la température et de la pression atmosphérique forment un ensemble cohérent. J'aborderai d'abord la question pour l'Indochine, à laquelle sera consacrée le présent article.

INDOCHINE

La pluie

La publication dans cette revue des hauteurs annuelles de pluie aux différents pluviomètres des territoires d'outre-mer a rendu possible une recherche de l'évolution de la pluie dans le temps et dans l'espace. Dans ce but les données d'un certain nombre de stations ont été soumises à l'analyse par combinaison linéaire d'ordonnées, due à M. et M^{me} H. Labrousse.

COMPOSANTES UNDÉCENNALE ET SEMI-UNDÉCENNALE

Choix des séries. — L'application de cette méthode demande des séries suffisamment longues. Ainsi, par exemple, le calcul de la composante undécennale se fait, à partir des données annuelles, au moyen de cinq opérations successives qui s'écrivent symboliquement $S_1 S_2 Z_2 Z_3 (S_1)_{10/2}$. Cette formule

veut dire que l'on commence par substituer à chacune des données son double plus les deux données qui l'encadrent. Or, comme la première et la dernière des données ne sont pas encadrées, on ne peut rien leur substituer. En effectuant cette première combinaison (S_1) on a donc perdu un point à chaque extrémité de la série. Pour la même raison les combinaisons suivantes font perdre autant de points à chaque extrémité qu'il y a d'unités dans l'indice de leur symbole.

Il s'ensuit que pour avoir un premier point de la composante undécennale, il faut qu'il y ait $2(1+2+2+3+5)+1=27$ points dans la série. Chaque donnée suivante donne un point supplémentaire de cette composante. Pour pouvoir juger, au moins, sur quelle partie de la sinusoïde on se trouve, il faut disposer d'un minimum de 3 points de la composante; il faut, autrement dit, avoir une série comprenant 29 années consécutives.

Voici ce qui devait être rappelé concernant la technique des calculs. Mais avant de les entreprendre on doit se rendre compte de l'existence des composantes d'une longueur de période correspondante dans la série envisagée. A cet effet la méthode d'analyse dispose de courbes de reconnaissance obtenues au moyen de deux combinaisons d'addition successives qui effacent les sinusoïdes courtes jusqu'à une certaine valeur de la période. Ainsi, la courbe de reconnaissance $S_1 S_2$ annule les sinusoïdes dont la période est égale, ou inférieure, à 4. Cette courbe convient donc pour distinguer si la composante semi-undécennale existe dans une série donnée. Elle permet aussi de déceler la composante undécennale, soit parce que ses ondulations sont reconnaissables, soit parce qu'une boucle sur deux de la composante semi-undécennale a une amplitude plus grande.

La courbe de reconnaissance $S_1 S_2$ fait perdre $2(1+2)=6$ points. Faite pour une série s'étendant sur 29 ans, elle donne un graphique contenant 23 points, c'est-à-dire quatre boucles de la composante semi-undécennale et deux de l'undécennale.

Deux boucles n'indiquent évidemment pas encore une persistance et s'il s'était agi d'une période quelconque, elles ne justifieraient pas entièrement

son calcul. Mais il en est autrement pour la composante undécennale. Tant de phénomènes l'ont montré et on l'a signalé pour tant de stations météorologiques que je crois possible de passer à son calcul même en n'en ayant reconnu que deux de ses boucles.

Ceci dit, retenons qu'il faut avoir des séries ayant au moins 29 années consécutives. Il n'y en a pas beaucoup dans les territoires de la France d'outre-mer. A part Dakar, Fort-de-France et quelques autres stations dispersées, c'est en Indochine qu'elles forment un réseau plus continu. Ce sont ;

1. Lang-son ; 2. Lao-kay ; 3. Phu-lien ; 4. Hanoï (s. m.) ; 5. Hanoï (s. p.) ; 6. Thanh-hoa ; 7. Vinh ; 8. Dong-hoï ; 9. Quang-tri ; 10. Quang-ngai ; 11. Nha-trang ; 12. Padaran ; 13. Cap Saint-Jacques ; 14. Bien-hoa ; 15. Gia-dinh ; 16. Saïgon ; 17. Cholon ; 18. Tan-ân ; 19. Tra-vinh ; 20. Sadec ; 21. Ha-tien ; 22. Phnom-penh ; 23. Rach-gia.

Ces stations possèdent des séries continues depuis 1907. L'étude de la propagation peut donc être entreprise parce que les observations sont simultanées, ce qui permet de comparer la phase réalisée par un même crochet d'une composante déterminée en divers endroits.

Cela étant, il a été procédé à la construction de la courbe de reconnaissance $S_1 S_2$ pour chacune des stations indiquées. On en a retiré un renseignement suffisant sur l'existence pour toutes les séries des composantes undécennale et semi-undécennale.

Résultats. — Sur cette base les calculs mentionnés au début ont donné le nombre d'ordonnées correspondant à la longueur des séries. Ces ordonnées ne permettent le tracé que du quart d'une boucle de la composante undécennale et la moitié d'une boucle de la semi-undécennale. C'est la raison pour laquelle la phase réalisée à un certain moment ne peut être déterminée que d'une manière approchée. Les résultats du calcul permettent de distinguer seulement si la composante passe, au moment considéré, par un maximum (M), par un minimum (m), par un des deux points d'inflexion (I en montant, II en descendant), ou se trouve dans leur voisinage (+ pour un angle de phase supérieur à celui de l'un de ces quatre points, — pour un angle de phase moindre).

Le calcul a montré que les différentes stations réalisent des phases très différentes. Ces notations sont reportées sur la fig. 1, pour la composante undécennale et sur la fig. 2 (p. 149), pour la semi-undécennale, et permettent de tracer (trait interrompu), à titre indicatif, les courbes isophases repré-

sentant la position approximative du maximum et du minimum des deux composantes pour l'année 1920-1921.

En examinant ces deux cartes on constate premièrement une continuité remarquable de la variation de la phase dans l'espace. On voit, aussi, que le tracé des isophases suit une même disposition générale pour les deux composantes. Les isophases sont approximativement parallèles à la côte et, aussi à la ligne en trait plein qui est la limite est du bassin versant du Mékong.

Les deux composantes sont plus précoces pour l'intérieur de l'Indochine que sur la côte. La phase semble aussi être en avance dans le nord. Il y a donc nettement une propagation dirigée vers la mer et, peut-être aussi du nord au sud. La vitesse de propagation est-elle plus grande dans cette direction que perpendiculairement à la côte ? On le saura lorsque la multiplication des séries suffisamment longues permettra de distinguer si cette propagation se fait sur un seul front, ou bien, s'il existe plusieurs centres à partir desquels les composants rayonnent. L'élargissement dans le sud de l'espace contenu dans l'isophase intérieure (minimum pour les deux composantes) est en faveur de cette dernière possibilité. Les vitesses de propagation des deux composantes étudiées semblent devoir être inégales, quoique du même ordre de grandeur. Ainsi, dans la région de Hanoï-Moncaï, la mieux desservie par le réseau des stations, la vitesse de la composante undécennale doit approcher de 20 km. par an et celle de la semi-undécennale 40 km. par an. Cette lenteur de la propagation expliquera la diversité, étonnante au premier abord, dans l'allure générale des graphiques des pluviomètres indochinois, reproduits dans l'article de M. Henry Hubert (voir ce Numéro, pp. 140-147).

Remarques critiques. — Tout ce qui précède est encore hypothétique. Les séries ne sont pas assez longues pour qu'il soit possible d'en extraire toutes les composantes de période voisine de 11 ans et de 6 ans. Par suite on ne peut être absolument sûr que le calcul a effectivement supprimé toute trace d'autres composantes que celle que l'on cherche à isoler. Ensuite, les stations forment un réseau de densité fort inégale et, surtout, il n'y en a pas dans le Laos où la phase est en avance.

Mais, d'autre part, il y a une concordance nette entre les deux composantes et il y a aussi une similitude entre le tracé suggéré des isophases et les formes générales du pays. C'est pourquoi d'autres recherches ont été entreprises.

LA COMPOSANTE ANNUELLE

Pour cette étude on dispose des données mensuelles des Annales du Service Météorologique de l'Indochine. La densité du réseau pluviométrique établi est très grande, en sorte que l'on a dû s'astreindre à ne soumettre au calcul que 148 stations, choisies de manière à former un quadrillage aussi régulier que possible, avec une densité supérieure dans les zones présentant des particularités. A ces stations il a été possible d'ajouter 40 stations du Siam.

Le tableau I réunit les résultats des calculs se rapportant au mois de juillet 1933 et la fig. 3 donne l'interprétation des isophases (trait plein), pour les valeurs de l'angle de phase variant de 10 en 10 centièmes de la période, le point d'inflexion que la sinusoïde réalise en montant étant coté zéro. Ce point correspond ainsi au point I de l'étude de la composante undécennale. La carte de la fig. 3 est une réduction de celle qui a servi pour le travail, c'est pourquoi il n'a pas été possible d'y marquer toutes les stations calculées.

L'examen de la fig. 3 (p. 150) apporte une confirmation des conclusions tirées des cartes des composantes traitées au début. Mais ici le matériel qui a servi de base est beaucoup plus nombreux, aussi en retire-t-on de nouvelles indications.

On voit, en particulier, que l'isophase 20 partage le pays en deux régions. Au nord de cette ligne on a, en général, des valeurs supérieures à 20 et au sud, des valeurs inférieures à 20. Il existe, cependant, des centres isolés : les uns (centres de divergence), où la phase est en avance et autour desquels elle décroît dans toutes les directions, les autres (centres de convergence), où la phase est en retard ; la variation de la phase autour de ces derniers centres est aussi continue. Les centres de divergence sont localisés dans les régions d'altitude élevée. Par contre, les basses plaines contiennent les zones de phase retardée. On reviendra plus loin sur la multiplicité des centres secondaires.

Pour mieux préciser ces notions on a étudié aussi l'importance relative de la composante annuelle aux mêmes stations et on a tracé les lignes d'égale importance relative (trait interrompu). Celle-ci est définie par le quotient de l'amplitude maximum de la composante considérée par l'écart des données extrêmes et s'exprime en centièmes de ce dernier. Ainsi, par exemple, pour Vinh la différence entre la plus grande et la plus petite hauteur mensuelle de la pluie est de 1084 mm. (janvier 1932-décembre 1936), tandis que l'amplitude de la composante

annuelle y atteint 431 mm. Ce nombre divisé par le premier donne 39,8 % qui est l'importance relative de la composante annuelle à Vinh. Les nombres de la dernière colonne du tableau I (p. 148) sont obtenus de cette façon et ont donné lieu à l'interprétation des courbes d'égale importance relative de la fig. 3.

Il a déjà été trouvé pour les pluies en Argentine que l'intersection des isophases et des lignes d'égale importance relative se fait sous un angle droit et que de ce fait, ces dernières lignes figurent approximativement les lignes de courant, le long desquelles la composante se propage. La même propriété se retrouve, comme le montre la fig. 3, pour l'Indochine française et le Siam.

La température

La même étude a été faite pour toutes les séries ininterrompues de la température moyenne mensuelle en Indochine. Les résultats se trouvent dans le tableau 2 (p. 148). La carte (fig. 4) (p. 150) montre qu'ici encore la distribution des isophases de la composante annuelle est sensiblement la même que pour la pluie et que les lignes d'égale importance relative leur sont perpendiculaires. La vitesse de propagation de la composante annuelle paraît être du même ordre de grandeur pour la température et pour la pluie ; cependant, le réseau des stations a ici une densité très inégale, c'est pourquoi les comparaisons numériques ne sont pas encore possibles.

La pression atmosphérique

L'ensemble des stations ayant des séries continues a donné pour la composante annuelle les résultats réunis dans le tableau 3 (p. 148). Ce réseau étant encore moins dense que le précédent, le tracé de la carte correspondante (fig. 5) (p. 150) est donné à titre indicatif. Néanmoins, des renseignements utiles semblent pouvoir en être retirés. La disposition générale des isophases de la composante annuelle de la pression est la même que pour la pluie et la température. L'orthogonalité des isophases et des lignes d'égale importance relative paraît probable. Enfin, un centre secondaire de phase avancée se trouve dans la région de Kratié. Il faut noter spécialement que dans cette région les pressions sont anormalement hautes. C'est une coïncidence qui me semble importante. La vitesse de propagation de la composante

annuelle de la pression semble être sensiblement plus grande que celle de la pluie et de la température.

Conclusions

Résumé comparatif. — La composante annuelle des trois éléments étudiés se propage selon des directions similaires, mais ni les vitesses de propagation ni les phases ne sont les mêmes. Autant qu'il est possible d'en juger par quelques stations dont le calcul a été continué, les phases conservent assez strictement un décalage constant pendant plusieurs années. Cela est probablement dû à l'interdépendance de ces éléments. Si cette disposition se confirme l'établissement de la correspondance entre les différents éléments observés peut trouver place dans la caractéristique du climat d'une station; surtout, parce que par là on introduira une grandeur dépendant de la morphologie d'un pays.

Hypothèse sur la propagation. — Cette dernière remarque appelle quelques explications. On a constaté une grande similitude de la propagation des composantes élémentaires de périodes très différentes pour la pluie, d'une part, et, d'autre part, de la composante annuelle pour des grandeurs aussi très différentes, mesurées avec des instruments totalement différents (pluviomètre, thermomètre, baromètre). Que ce résultat soit dû à un hasard, ou à un défaut de la méthode de calcul, conduisant à des résultats toujours les mêmes pour toutes les stations et pour toutes les séries, semble vraiment trop peu probable. Mais alors, toutes ces variations doivent avoir une même provenance et je me rallie au point de vue de Clayton qui croit à l'origine extra-terrestre des différentes composantes. D'après cet auteur, la Terre recevrait des excitations, venues du Soleil, aux environs des pôles et les différentes ondes se dirigeraient vers l'équateur, où elles s'évanouiraient. Clayton suppose aussi que les vitesses de propagation sont inversement proportionnelles à la longueur de la période.

Sans insister sur ce dernier point, car les stations analysées ne couvrent pas encore une étendue suffisante, on peut penser, en se basant sur l'exemple de l'Argentine, précédemment publié, et sur celui de l'Indochine qu'effectivement, il y a une propagation générale vers l'équateur. Seulement, et

c'est en cela que consiste l'hypothèse suggérée par ces analyses, la Terre semble ne pas se comporter vis-à-vis des composantes qui parcourent sa surface, comme un corps neutre. Pour des raisons ignorées encore, il y a des régions où soit l'amplitude, soit l'intensité relative du phénomène augmente. Il est possible qu'à la suite de telles inégalités il y ait déclenchement d'un phénomène secondaire de même période, mais se répandant à partir d'un centre dans toutes les directions.

Cette action secondaire est capable de créer un retard de phase dans les stations où soit l'amplitude, soit l'intensité, de la composante fondamentale est réduite. Ces stations subissent, en définitive, une résultante des deux actions invoquées, que la méthode d'analyse ne permet pas de dissocier.

Il y aurait ainsi, pour la grande majorité des stations une composante de période donnée ayant une phase universelle et une composante régionale de même période, mais de phase retardée par suite de la transmission depuis un centre actif. L'interférence de ces deux composantes donne nécessairement un retard de phase constaté par l'analyse. Par contre, les stations situées dans les centres d'excitation secondaire n'auraient qu'une composante de phase universelle.

Desiderata. — Le premier est d'étendre les recherches, d'obtenir que des analyses soient effectuées par de nombreuses personnes. La pratique des analyses est facilitée par les Tables que M. H. Labrousse a publié et qui contiennent les facteurs d'amplitude avec une Introduction exposant l'usage de la méthode. L'Association internationale d'hydrologie scientifique a édité une Instruction pour l'application de la méthode d'analyse de M. H. Labrousse, où sont décrites en détail les opérations du calcul de la composante annuelle.

Un autre desideratum est probablement plus difficile à réaliser. C'est l'installation dans chaque centre d'avance de phase d'une station météorologique de 1^{er} ordre fonctionnant avec continuité.

Enfin, un troisième desideratum est que le réseau des thermomètres et des baromètres ait une densité plus grande et plus régulièrement répartie.

V. FROLOW.

L'agitation microséismique à la station du Morne-des-Cadets

A partir d'avril 1936, l'agitation microséismique a été étudiée régulièrement au Morne-des-Cadets (Martinique). Au début elle a été mesurée sur les seismographes Mainka, continuant la série des mesures faites à Fort-de-France; puis, dès que les autres appareils ont été à même de donner des renseignements, nous avons étudié l'agitation sur les séismographes Galitzin et Quervain-Piccard.

Les raisons qui nous ont porté à abandonner les appareils Mainka pour cette étude sont, d'une part, leur faible grandissement et, d'autre part, la déformation de leurs inscriptions sous l'influence des rafales de vent agitant le bâtiment qui les abrite.

Rappelons les constantes des séismographes Quervain-Piccard et Galitzin employés :

Quervain-(E-W $V_0=1660$ $T=3$ sec.) amortissement
Piccard (N-S $V_0=1610$ $T=3$ sec.) critique

Galitzin : $k \# 200$ $T=11$ sec. 4 amortissement
critique du pendule et du galvanomètre.

Seul le séismographe Quervain-Piccard a permis d'effectuer une série d'observations continues; les enregistrements du Galitzin sont souvent perturbés par l'action directe du vent sur la station; le séismographe de 20 tonnes semble au contraire insensible à ces perturbations.

Nous donnons les valeurs moyennes mensuelles obtenues sur ce dernier appareil :

	Heure locale	N-S		E-W	
		Période en sec.	Ampli- tude en μ	Période en sec.	Ampli- tude en μ
Septembre 1936.	4 h.	1,8	0,36	1,65	0,9
	10 h.	1,3	0,63	1,8	0,87
	16 h.	1,3	0,65	1,7	0,9
	22 h.	1,1	0,47	1,9	0,97
Octobre 1936 ...	4 h.	1,7	0,6	2,1	0,56
	10 h.	1,7	0,6	2,2	0,65
	16 h.	1,7	0,55	2,1	0,82
	22 h.	1,7	0,55	2,0	0,55
Novembre 1936 .	4 h.	1,9	0,6	2,6	1,21
	10 h.	1,7	0,55	2,7	1,35
	16 h.	1,8	0,56	2,63	1,32
	22 h.	1,65	0,54	2,44	1,08

	Heure locale	N-S		E-W	
		Période en sec.	Ampli- tude en μ	Période en sec.	Ampli- tude en μ
Décembre 1936..	4 h.	2,35	1,08	2,5	1,28
	10 h.	1,65	1,11	2,7	1,42
	16 h.	2,3	1,15	2,6	1,39
	22 h.	2,4	1,21	2,6	1,36
Janvier 1937 ...	4 h.	2,7	2,07	3,01	2,03
	10 h.	2,9	2,14	3,18	2,15
	16 h.	2,9	2,06	3,24	2,30
	22 h.	2,7	1,8	2,97	1,8
Février 1937 ...	4 h.	2,34	1,28	2,65	1,17
	10 h.	2,15	1,54	2,68	1,87
	16 h.	2,31	0,97	2,65	1,4
	22 h.	2,1	0,94	2,7	1,4
Mars 1937	4 h.	2,3	1,14	2,56	1,13
	10 h.	2,3	1,12	2,68	1,38
	16 h.	2,2	0,97	2,66	1,52
	22 h.	2,2	0,97	2,49	1,34

En résumé: agitation de faible période (1 seconde 5 à 3 sec.), celle-ci paraissant croître avec l'amplitude. En général, microséisme plus fort la journée que la nuit.

La faible période est normale, vu le mode de dépouillement adopté: mesure du train de microséisme le plus important dans les 5 minutes qui entourent l'heure considérée et vu la courbe du grandissement de l'appareil.

Nous avons tenté de chercher la cause de cette agitation et les rapports qu'elle peut présenter avec d'autres éléments (voir fig. pp. 151 et 152).

1° *Houle*. — L'absence de marégraphe n'a pas permis d'observations suivies. La relation, si elle existe, est beaucoup moins nette que lorsque les observations étaient faites au Fort Saint-Louis, sur les séismographes Mainka. Cela n'a rien de surprenant, car, à cet endroit, les appareils étaient montés sur une étroite presqu'île à quelques mètres seulement de la mer.

Néanmoins, le Morne-des-Cadets se trouvant à 20 kilomètres environ de l'Océan, et à 5 kilomètres seulement de la mer des Antilles, il serait étonnant

que la houle n'y fasse pas sentir son action. Cependant, plusieurs fois, de fortes houles ont été signalées sur la côte de l'Atlantique sans que le microséisme prenne une valeur anormale; par contre il devient souvent considérable sans que la houle atteigne une grande amplitude.

2° *Eléments météorologiques.* — La remarque faite sur les Mainka à Fort-de-France qu'il est rare de constater un fort microséisme sans cause apparente est également vraie ici. Le microséisme mesuré sur le Quervain-Piccard semble, en général, sous la dépendance étroite des conditions météorologiques locales: graines, vents forts et prolongés donnent un fort microséisme.

Il apparaît nettement que le vent et l'agitation microsismique suivent, en général, des variations concomitantes. Cela est vrai pour les moyennes, mais l'analogie des courbes apparaît encore souvent dans les détails, surtout si l'on construit la courbe en prenant comme ordonnées, non la vitesse du vent, mais le carré de cette vitesse (1).

Par contre, une perturbation forte mais éloignée, ne modifiant pas les conditions atmosphériques sur la Martinique, ne donne aucune variation du microséisme. Le caractère local du microséisme à courte période a déjà été mis en lumière par les travaux de MM. Rothé et Lacoste au sujet du séismographe de 19 tonnes de la station de Strasbourg. Bien que l'appareil de la Martinique ait une période plus grande (3 sec. au lieu de 1 sec. 9 pour celui de Strasbourg) il semble qu'il s'agisse bien de conditions analogues.

Un appareil comme notre grand séismographe, malgré les avantages qu'il peut présenter par ailleurs (inscription mécanique, forte amplification, insensibilité à l'action du vent) ne peut donc guère rendre des services pour la prévision météorologique, dans les conditions où nous nous trouvons, tout au moins pour des prévisions à assez longue échéance.

Le séismographe Galitzin met au contraire en évidence une agitation de caractère très différent. A vrai dire le microséisme inscrit sur le Quervain-Piccard apparaît, mais son amplitude est faible, comme le fait voir la courbe du grandissement dynamique. Par contre, on enregistre souvent une agitation de caractère tout à fait différents: période 6 à 8 secondes; grande régularité de forme, trains d'ondes sinusoïdales pures se reproduisant à inter-

valles presque réguliers. L'amplitude de ces oscillations est très variable, parfois à peine visible, parfois au contraire atteignant plusieurs millimètres sur l'enregistrement.

Il n'apparaît aucun rapport entre ce phénomène et les conditions locales, pas plus d'ailleurs qu'avec le microséisme à courte période. Par contre, le peu de constatations précises qui ont pu être faites tendent à montrer une relation entre cette agitation et la marche des perturbations sur la mer, à de grandes distances de la station.

Nous donnons ci-joint la courbe de variation du microséisme correspondant au cyclone du 8-9 décembre sur la mer des Antilles.

Ce fait semble d'ailleurs général. Il est en concordance avec les observations du Père Poisson à Madagascar et celles de l'observatoire de Zi-Ka-Wei, les périodes observées étant du même ordre.

Nous sommes en présence d'un microséisme du même type que celui étudié par MM. Rothé et Lacoste à Strasbourg et son étude pourrait être intéressante pour la prévision météorologique. Il sera sûrement difficile d'arriver à des conclusions précises avant un temps assez long. L'utilisation des résultats semble d'ailleurs devoir être compromise par le fait que l'enregistrement photographique utilisé ne permet, pour l'instant, le dépouillement que tous les deux jours. Il sera de plus nécessaire, pour faire une étude complète, de disposer des composantes horizontales Galitzin, dont l'installation est prévue au Morne-des-Cadets.

Dans de telles conditions, si l'on peut confirmer la liaison entre cette agitation et la marche des perturbations et surtout s'il est possible de mettre en évidence des zones d'agitation maximum dans notre région (comme l'a fait M. Lacoste pour les mers européennes), il serait utile au météorologiste de disposer d'un appareil permettant la mesure du microséisme au fur et à mesure de sa production et disposant d'une courbe de grandissement convenable pour bien mettre en évidence les périodes de 5 à 8 secondes.

Il semble qu'un appareil analogue à ceux de Galitzin, bien protégé du vent et dont le galvanomètre serait équipé pour permettre une lecture directe, serait particulièrement indiqué pour cet usage.

MOLARD,

*Ingénieur-météorologiste adjoint,
Morne-des-Cadets (Martinique).*

(1) Voir p. 151 la courbe donnant la variation du microséisme et du vent pour les journées du 6-9 avril 1936.

NOTES ET INFORMATIONS

Le secrétariat de la **Commission internationale de Météorologie aéronautique** vient de réunir en une plaquette les résolutions, avis et vœux adoptés lors de la réunion de Paris (3-8 juin 1937). Ce document constitue en quelque sorte la charte de la protection météorologique de l'Aéronautique.

Le **Ministre des Colonies** s'est fait représenter aux réunions, tenues à Salzbourg, du 8 au 18 septembre 1937, des trois Commissions internationales suivantes : Météorologie agricole, Renseignements synoptiques du Temps et Climatologie. Un certain nombre de questions intéressant les régions tropicales en général, et les Colonies françaises, en particulier, ont été examinées. La plupart des dispositions adoptées par les Conférences régionales de Lusaka (Rhodésie) et de Hong-Kong (Chine), ont été adoptées. Elles pourront être mises en vigueur le 1^{er} janvier 1939, à moins qu'interviennent des ententes régionales permettant une réalisation à une date moins éloignée.

La **Météorite** tombée à la cascade de Yamoutou, au bas du col de Khuen-Thio, à 15 kilomètres environ de Bouloupari (Nouvelle-Calédonie) le 15 juillet 1936, vers 16 h. 30 (temps local) a éclaté avant d'atteindre le sol. Il y a eu trois détonations, à quelques minutes d'intervalle, suivies d'une traînée de feu et d'un fort nuage de fumée noire. Le bolide s'est divisé en un grand nombre de morceaux beaucoup d'entre-eux ont été projetés très loin dans la forêt de Nassirah.

Par **décret du 12 août 1937**, M. Richard, Chef du Service Météorologique de l'A. E. F., a été promu Chevalier de la Légion d'Honneur.

Par **décret du 24 août 1937**, ont été nommés : Ingénieurs-Météorologistes en Chef de 3^e classe des Colonies : MM. Richard et Thomas.

Ingénieur-Météorologiste de 2^e classe : M. Caron.

Ingénieurs-Météorologistes adjoints de 1^{re} classe : MM. Frolov et de Chargère.

Le **Service météorologique de la Guinée Française** a entrepris des études climatologiques ayant pour objet de déterminer quelles sont les régions de la colonie les plus favorables à la culture des quinquinas. Les premières conclusions donnent à penser que la zone forestière de la colonie, entre 700 et 1200 mètres, serait la mieux adaptée à cette culture. Dans les territoires d'outre-mer autres que la Guinée, les régions qui, du seul point de vue météorologique, paraissent les plus intéressantes, sont : les parties montagneuses du Cameroun, aux environs de Yaoundé et de Dschang ; le massif du Chaillu en A. E. F., le massif du Tsaratanana à Madagascar, enfin les régions élevées de la Réunion et de Tahiti.

Le **Service météorologique de l'A. O. F.** a obtenu le prix d'excellence pour le stand qu'il a présenté à la foire-exposition de Brazzaville.

L'**Institut de Physique du Globe** de la Faculté des Sciences de Strasbourg rappelle qu'il prépare aux diverses carrières de météorologiste, aérologiste, séismologue, ingénieur-physicien pour les établissements de France et des Colonies. L'enseignement est d'un à deux ans, selon la préparation antérieure. Pour tous renseignements, s'adresser à M. le Directeur de l'Institut de Physique du Globe, 78, boulevard d'Anvers, à Strasbourg.

La **Station principale de Pointe Noire** (Afrique Equatoriale française) a commencé des observations systématiques d'actinométrie. Le matériel utilisé est celui provenant de la mission de l'Année Polaire.

Liste, par ordre de mérite, des candidats admis au concours des 15 et 16 juin 1937 pour l'emploi d'Ingénieur-adjoint stagiaire de cadre général des météorologistes des colonies.

MM. Scheidecker (Jean), Schatzkine (Serge), Mertz (Jean), Colombier (Jean), Calmettes (Maurice), Lagesse (Jean), Lombardo (Raymond), Foucart (Georges).

BIBLIOGRAPHIE

LACROIX (A). — Les fulgurites du Sahara (C. R. Ac. Sc. Coloniales, t. XXV, p. 1).

Les fulgurites ne se rencontrent que dans les ergs, dans le désert découvert de sable; on les a recherchées en vain dans les régions herbeuses. On les trouve implantées verticalement dans le sable. Ainsi s'explique la croyance singulière que ces tubes pousseraient à la façon des végétaux.

Ces fulgurites sont caractérisées par la présence d'un tube intérieur. Ce tube parfois manque ou est à peine visible, ce qui prédomine alors ce sont des ailes larges et très minces.

Elles sont formées par la fusion du sable sous l'influence de la décharge électrique. Elles sont par suite constituées par de la silice très pure. La dilatation de l'air entourant les grains de quartz du sable porté à haute température permet la formation d'une cavité et explique les nombreuses bulles gazeuses englobées dans le verre siliceux. Les excroissances, les ailes, de même que les irrégularités des fulgurites, paraissent dues aux propriétés de la décharge électrique dans un milieu de conductibilité variable; les couches de sable, par suite des dimensions des grains de quartz, de la teneur en air et de l'irrégularité de l'humidité ont des conductibilités électriques différentes. La rapidité avec laquelle se produit le phénomène ne permet que la formation d'un verre siliceux isotrope exempt de produits cristallisés.

* *

SMITH (D. E.). — Dust devils and desiccation in West Africa (*The Meteor. Mag.* 1937, N° 856, p. 83).

L'auteur de cette note a étudié la poussière entraînée par l'harmattan dans les colonies africaines de l'ouest. Lorsque les forts courants ascendants de convection cessent, il se produit des dépôts de fines poussières ayant l'aspect de sable très fin. L'épaisseur déposée correspondrait à environ 7 mm. 5 par an. Cette poussière pourrait avoir pour origine le Nord de la Nigéria et le Sud du Sahara. L'auteur envisage deux modes de transport de ce sable: en premier lieu, l'existence au sol de vents de 32 à 50 km. à l'heure; en second lieu la formation, sur de larges étendues sableuses, de nombreux (jusqu'à 30 par

jour) et étroits (5 à 7 m.) tourbillons de poussières s'élevant à perte de vue jusqu'aux régions où souffle l'harmattan.

L'auteur ne pense pas que le Sahara se développe vers le Sud, les erreurs qu'ont pu commettre certains voyageurs à ce sujet viennent surtout de la différence d'aspect de la végétation avant et après la période des pluies et aux méthodes primitives de culture des indigènes de ces régions. D'autre part, si la dessiccation est due à l'apport de poussières par l'harmattan, aucune ceinture d'arbres au N. du Nigéria ne pourra l'arrêter.

* *

CATTALA, S. J. (L.). — Que sait-on des efforts du vent sur les bâtiments et les ouvrages d'art ? *Rev. des Quest. scientifiques*, (Louvain), 1937, p. 383.

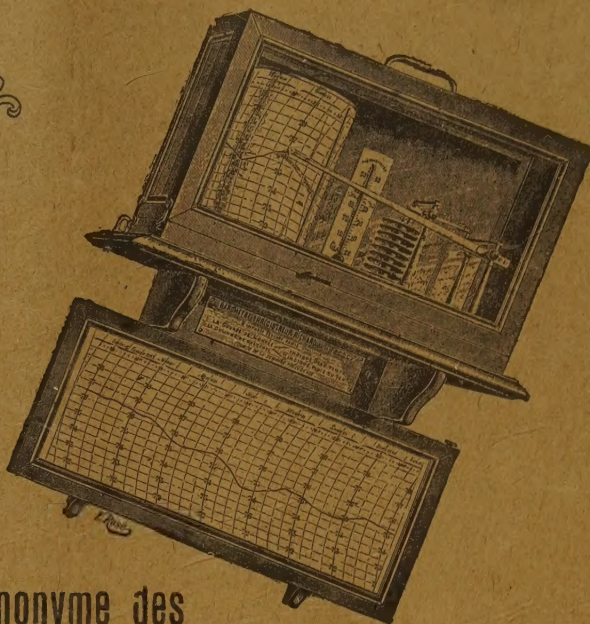
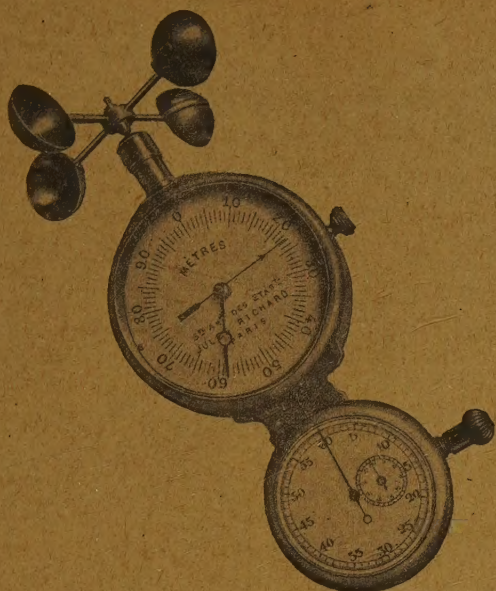
Etude au laboratoire, sur des maquettes d'édifices, de l'écoulement des filets d'air, des pressions exercées et des efforts réels subis par les parois. Ces derniers peuvent localement atteindre des valeurs de l'ordre de 3, 3 q , où $q = 1/2$ de $p v^2$ (v = vitesse du vent). Considérés pour des rafales de typhons, où le vent atteint 90 m./sec., les pressions peuvent alors atteindre 1,500 kil./m². Il convient de signaler en outre: que les aspirations exercées par le vent — en particulier sur les toitures — sont plus importantes que les pressions; — que les forces sont appliquées subitement et comme par choc; — que les résultats ci-dessus ne valent que pour les formes étudiées et que pour les autres, en particulier les ouvrages d'art, il faut établir de nouvelles maquettes et les expérimenter en soufflerie.

* *

HOBENICHE. — Note sur la Climatologie de la Côte de Guinée (*Agronomie coloniale*, 1935, N° 209, p. 138).

La côte de Guinée présente une saison sèche et une saison humide avec périodes de transition. La végétation, abondamment arrosée en saison pluvieuse, souffre beaucoup en saison sèche et n'atteint pas, par suite, la luxuriance des plantes des régions équatoriales.

L'Éditeur-Gérant : R. PINARDON.



Société Anonyme des

Etablissements Jules RICHARD

25, Rue Mélingue, PARIS (20^e)

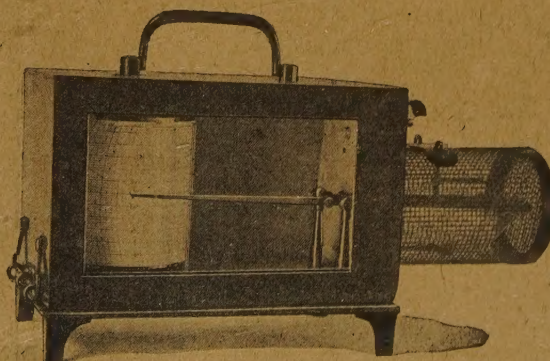
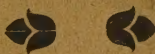
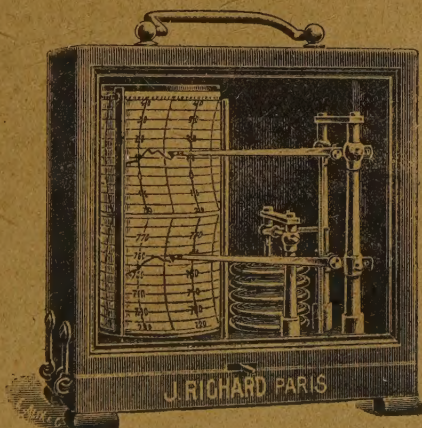
Tél. : Botzaris 88-80

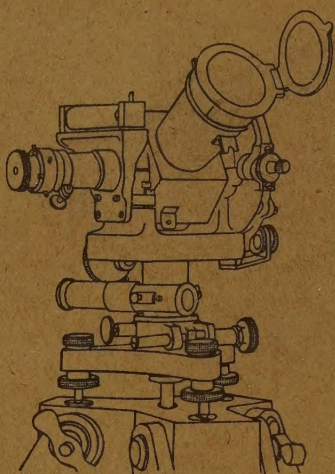
Tél. : Botzaris 88-80

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

Ψ Ψ de Mesure et de Contrôle Ψ Ψ

pour les Sciences et l'Industrie





A. BERTHELEMY ☉ - LORIEUX ✱ - PONTIUS ✱ et THERRODE ✱

Etab^{ts} Albert LEPETIT & C^{ie}

Société en commandite simple. Capital 1.000.000 de francs

Constructeurs

20, Rue Marie Debos, à Montrouge (Seine)

Tél. Alésia 26-37

Ad. tél. Ponrode Paris 14

Fournisseurs des Ministères des Colonies, de la Marine, du Service Géographique de l'Armée.

Instruments de Précision

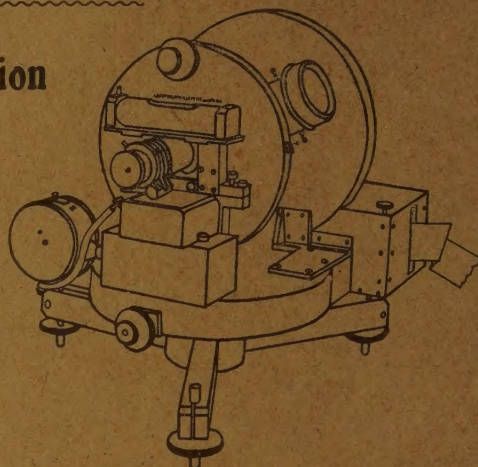
pour

— la Topographie, la Marine —
l'Aviation, la Météorologie, etc...

THÉODOLITES SIMPLES ET ENREGISTREURS
POUR LE REPÉRAGE DES BALLONS-SONDES

Catalogues franco sur demande

Rég. Comm. Seine 229-817B



ROSENMULLER DRESDEN

ANÉMOMÈTRES
POUR TOUTES VITESSES
(à partir de 0,02 m/sec.)

GIROUETTES

TUBES DE PITOT

MICROMANOMÈTRES

LAMBRECHT GÖTTINGEN

HYGROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES

BAROMÈTRES

PLUVIOMÈTRES

EVAPOROMÈTRES

HÉLIOMÈTRES

A. OTT KEMPTEN

PLANIMÈTRES
INTÉGRAPHES
ANALYSEUR-HARMONIQUE

ENREGISTREUR
DE MARÉE ET DE HOULE

APPAREILS
POUR L'ÉTUDE
DES COURANTS D'EAU

J. BAROT

Représentant exclusif
pour la France et les Colonies

20, Rue de Varenne, PARIS (7^e)

Catalogues franco sur demande